

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

Jéssica Rafaela da Costa

**PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE CAMPO E IDENTIFICAÇÃO DE
QUALIFICADORES DIAGNÓSTICOS PARA SOLOS URBANOS**

Santa Maria, RS
2018

Jéssica Rafaela da Costa

Procedimentos para análise de campo e identificação de qualificadores diagnósticos para solos urbanos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo

Orientador: Prof^o Dr^o Fabrício de Araújo Pedron

Santa Maria, RS
2018

Costa, Jéssica

Procedimentos para análise de campo e identificação de qualificadores diagnósticos para solos urbanos / Jéssica Costa.- 2018.

93 p.; 30 cm

Orientador: Fabrício Pedron

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, RS, 2018

1. Ciência do Solo 2. Solos Urbanos 3. Pedologia 4. Protocolo para trabalho de campo I. Pedron, Fabrício II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Jéssica Rafaela da Costa. A reprodução de parte ou do todo desse trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Santa Maria - RS, CEP: 97105-900, Prédio 42, sala 3308.

Fone (55) 3220-8157; E-mail: jessicacosta@outlook.com

Jéssica Rafaela da Costa

Procedimentos para análise de campo e identificação de qualificadores diagnósticos para solos urbanos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo

Aprovado em 19 de fevereiro de 2018:



Fabrício de Araújo Pedron, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Deborah de Oliveira, Dra. (USP)



Ricardo Bergamo Schenato, Dr. (UFSM)



Ricardo Simão Diniz Dalmolin, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.
- Aos membros do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria, que de alguma forma possam ter me ajudado a construir esse trabalho.
- Aos colegas, alunos de graduação e pós-graduação do grupo “Pedologia – UFSM” pelos alegres momentos (grande abraço).
- Aos professores Ricardo B. Schenato, Ricardo S. D. Dalmolin e à professora Deborah de Oliveira por aceitaram compor a banca de avaliação do meu trabalho.

RESUMO

PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE CAMPO E IDENTIFICAÇÃO DE QUALIFICADORES DIAGNÓSTICOS PARA SOLOS URBANOS

AUTORA: Jéssica Rafaela da Costa
ORIENTADOR: Fabrício de Araújo Pedron

Nas cidades, as ações como movimento do solo, terraplenagem e adição de artefatos humanos afetam as características químicas, físicas e morfológicas do solo. Os solos alterados resultantes das ações do homem tem chamado a atenção da comunidade científica nas últimas décadas. No Brasil, uma das maiores lacunas na pesquisa sobre solos urbanos é a falta da definição dos principais atributos a serem considerados para descrever o solo urbano, tanto no trabalho de campo como em análises laboratoriais. À luz desse conhecimento, o objetivo desta pesquisa foi testar um protocolo para descrever solos urbanos considerando características morfológicas, físicas e químicas de 12 perfis de solos urbanos localizados dentro do perímetro urbano de Santa Maria - RS. Como resultado, encontramos a importância de considerar atributos já convencionais para descrever os solos naturais, mas também a necessidade de indicar outros atributos, devido às especificidades do ambiente urbano, dentre eles os denominados qualificadores. O protocolo sugerido requer a extensa descrição morfológica no campo e inclui a coleta do solo para análise laboratorial.

Palavras-chaves: Ciência do Solo. Pedologia. Protocolo

ABSTRACT

PROCEDURE TO FIELDWORK ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF DIAGNOSTIC QUALIFIERS FOR URBAN SOILS

AUTHOR: JÉSSICA RAFAELA DA COSTA
ADVISOR: FABRÍCIO DE ARAÚJO PEDRON

In cities, actions as soil movement, earthwork and an addition of human artifacts affect the chemical, physical and morphological soil characteristics. Soils altered resulting from man's actions have incited the attention of the scientific community in recent decades. In Brazil, of the greatest weaknesses in research about urban soils is the unclear definition concerning the main attributes to be surveyed, both in fieldwork and in laboratory analyzes to describe urban soil. In the light that knowledge, the aim of this research was to test a protocol for describing urban soils considering morphological, physical and chemical characteristics of 12 soils profiles of urban soils located inside the urban perimeter of Santa Maria-RS. As results, we find the importance of considering already conventional attributes to describe natural soils but further the need to appoint other attributes due to the specificities of the urban environment, among them the so-called - qualifiers. The suggested protocol requires the extensive morphological description in the field and include the soil collection for laboratory analysis.

Keywords: Pedology. Soil Science. Protocol.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Qualificadores para descrição de Technosols na WRB.....	19
Tabela 2 - Critérios de descrição de HAHT na Soil Taxonomy.....	20
Tabela 3 - Sistemas nacionais que enquadram solos urbanos em suas classificações de solo .	21
Tabela 4 - Elementos formativos para caracterização dos Antropossolos	21
Tabela 5 - Condição morfológica dos 12 perfis analisados.....	34
Tabela 6 - Aspectos morfológicos dos perfis de solo.....	35
Tabela 7 - Distribuição granulométrica e materiais da fração grosseira	36
Tabela 8 - Estatística descritiva.	38
Tabela 9 - Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão de dados físicos analisados.	39
Tabela 10 - Peso das variáveis nas cinco componentes principais (CP)	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Registro da intervenção humana no solo	15
Figura 2 - Localização dos perfis de solos estudados.....	25
Figura 3 - Protocolo para descrição e análise de solos urbanos	27
Figura 4 - Perfis de solos e paisagens (1 a 6) descritos na área urbana de Santa Maria, RS....	32
Figura 5 - Perfis de solos e paisagens (7 a 12) descritos na área urbana de Santa Maria, RS..	33
Figura 6 - Exemplo de mosaico de cores.....	36
Figura 7 - Protocolo para caracterização de solos urbanos alterados	49

Sumário

Capítulo 1: Revisão de literatura.	10
1. O solo: histórico e definição.	10
2. Solos alterados	12
2.1. Solos urbanos	13
2.2. Funções dos solos urbanos	14
2.3. Modificações morfológicas dos solos urbanos	15
2.4. Modificações físicas dos solos urbanos	16
2.5. Modificações químicas dos solos urbanos	17
2.6. Classificação taxonômica de solos urbanos	19
3. Hipóteses	22
4. Objetivo	22
Capítulo 2: Identificação de qualificadores diagnósticos em solos urbanos no município de Santa Maria – RS.	23
1. Introdução	23
2. Materiais e Métodos	25
3. Resultados	31
4. Discussões	41
5. Conclusões	48
Referências	50
APÊNDICES	66

Capítulo 1: Revisão de literatura.

1. O solo: histórico e definição.

Como definir o que é solo e a sua origem? Não há, dentre os pesquisadores, consenso sobre qual seria a resposta ideal para esses questionamentos. Hunt (1972) em uma tentativa de compreender parte dessas indagações, estabeleceu uma cronologia (linha evolutiva) para o surgimento dos solos. Partindo do que foi por ele denominado protossolo, teria surgido o que hoje chamamos, dentro da Ciência do Solo de solo. Esse solo primitivo teria “nascido” pela possibilidade do intemperismo das rochas após a manifestação de água líquida.

Entretanto, Hunt (1972) esclarece que o produto da desagregação da rocha pela ação da água não seria o solo como o imaginamos atualmente, pois faltaria a ação dos organismos. Apenas aproximadamente a 3 bilhões de anos ocorreria de maneira muito rudimentar, a atuação do intemperismo bioquímico sobre as rochas. Ou seja, foi concomitante à evolução dos seres vivos, e suas modificações para seres mais complexos, que Hunt afirmou que os solos foram se desenvolvendo.

Dentro da Ciência do Solo, o maior número de trabalhos científicos é desenvolvido para área agrícola. A associação entre solo e vegetação não é recente. A importância dos solos em ambientes agrícolas, foi evidenciada por estudos que apontaram que a cobrança de imposto era baseada no potencial produtivo da área na China a mais de 4.000 anos atrás (SIMONSON, 1962). O filósofo grego, Aristóteles no século IV antes de Cristo, segundo Buol et al. (1973), já relacionava as terras com a nutrição de plantas. No século XVIII, Alexandre Von Humboldt, geógrafo naturalista, no ano de 1789 durante viagem pelos Andes preferiu que haveria uma relação entre solo-planta-rocha-clima-altitude (WILDE, 1963).

A transição dos estudos do solo de modo puramente empíricos para o estudo aprofundado de sua gênese, classificação e mapeamento é atribuída quase que por consonância à Dokuchaev. O russo Vasily Dokuchaev, no século XIX partindo de pesquisas sobre a geologia de seu país concluiu que o perfil de solo apresenta sucessões verticais de camadas e que os solos são a expressão da combinação da vegetação, do relevo e da rocha transformada pela ação de um clima (KAMPF; CURI, 2012)

Apesar da fragilidade em partes de seu estudo, como o fato de desconsiderar a noção de escala de trabalho e a variação dos períodos climáticos, suas ideias foram remodeladas e são até hoje consideradas fundamentais dentro da ciência do solo, assim como as de outro grande cientista, o suíço Hans Robert Jenny (ESPÍNDOLA, 2017).

Expondo de modo independente o papel do clima, relevo, material de origem, organismos e tempo Jenny (1941) apresentou o que ele denominou de “formação do solo”. Diz-se que seu trabalho foi a sistematização dos “fatores de formação dos solos”, já anteriormente discutidos individualmente por diversos cientistas, dentre eles, o próprio Dokuchaev (FANNING; FANNING, 1989). A interação dessas variáveis na relação solo/paisagem ficou conhecido como o primeiro paradigma da Ciência do Solo.

Sistematizando os fatores de formação em uma equação, Jenny deixou-a aberta a contribuições futuras (McBRATNEY et al., 2003):

$$S = f(Cl, O, R, P, T...)$$

Onde: S = solo; Cl = clima; O = organismos; R = relevo; P = material de origem; T = tempo.

Conforme a ciência se desenvolveu, o paradigma da relação solo-paisagem foi se adaptando, passando a contemplar outros aspectos, sendo fundamental nesse processo o advento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Com um trabalho que avança na proposta de Jenny, McBratney et al. (2003) indicam o acréscimo de outros dois elementos aos processos de formação dos solos: o próprio solo e a sua localização geográfica:

$$S = f(S, C, O, R, P, A, N)$$

Onde: S = solo; S = solo a priori; C = clima; O = organismos; R = relevo; P = material de origem; A = tempo; N = localização geográfica.

Além da definição dos fatores de formação do solo, outra discussão existente na Ciência do Solo é relacionada às distintas funções atribuídas a eles, o que o torna multifuncional (LEHMANN, 2010). Para Blume (1989), Hillel (1998) e Sampaio (2011), de modo geral, é habitual atribuir 6 funções aos solos: três de natureza ecológica, duas de natureza técnico-industrial e uma de natureza sociocultural:

- i) Funções ecológicas: produção de biomassa; função de filtrar, armazenar e transformar compostos que circulam entre a atmosfera, a hidrosfera e os organismos; e ser reserva genética da biodiversidade.
- ii) Funções de natureza técnico-industrial seriam: suportar infraestrutura e fonte de matéria prima para as atividades humanas.

iii) Função sociocultural do solo, estaria o fato dele ser suporte para patrimônios culturais e naturais por meio de espaços de lazer, parques arqueológicos e paleontológicos.

Esse conceito de multifuncionalidade foi sugerido por Schlichting em 1972 (LEHMANN, 2010). De acordo com Lehmann (2010), considerando a importância do solo, em 2006, a Comissão europeia passou a discutir a possibilidade de haver em lei a obrigatoriedade de sua proteção. A essência da discussão é considerar 7 principais funções dos solos: produção de biomassa (agricultura e a vegetação de floresta); local de estocagem, transformação e filtragem de nutrientes, água e outras substâncias; habitat para biodiversidade; ambiente para atividades culturais e físicas da humanidade; fonte matéria prima; local de estoque de carbono; arquivo de herança geológica e arqueológica.

2. Solos alterados

Olhando para as atividades humanas sobre os solos, vê-se que há diferentes tipos de intervenções e os mais variados resultados (DUDAL, 2004). Essas mudanças podem gerar profundas transformações nas propriedades fundamentais dos solos (DROR et al., 2016).

No meio científico, solos que sofreram alterações pela ação humana são referidos na literatura internacional por diversos termos, destacando-se dentre eles: *Urban Soil; anthropic soil* (SAIANO; SCALENGHE, 2009); *technic soil* (BOEKHOUT et al., 2014); *urbic anthrosol* (GREINERT; KOSTECKI, 2017); *anthrosol* (KRUPSKI et al., 2017); *anthraltic* (DAZZI; LO PAPA, 2016); *Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas – SUITMA* (VINCENT et al., 2018); *anthropogenic soil* (BUONDONNO et al., 2018); *antropozem* (DAZZI; LO PAPA, 2016); e *archaeological soil* (ADDERLEY et al., 2002).

Na língua portuguesa, exemplos de terminologias relacionadas aos solos influenciados de algum modo pelo homem são: solos urbanos (PEDRON, 2004); solos antrópicos (MIRANDOLA; MACEDO, 2014); solos antropizados (SANTOS JÚNIOR; LIMA, 2012); solos antropogênicos (MACHADO et al., 2013); solos construídos (QUINONES et al., 2008); tecnossolos (TEIXEIRA, 2005); depósitos tecnogênicos (RUBIN et al., 2008); Antropossolos (CURCIO et al., 2004); e Terra Preta de Índio (LADEIRA, 2012).

Além disso, as terminologias antropogênese (CURCIO et al., 2004), metapedogenesis (YAALON; YARON, 1966) e pedotechnique (VAN OUWERKERK; KOOLEN, 1988) também são assimiladas a esses materiais alterados. Os dois primeiros termos referem-se aos processos de alterações causados por atividades humanas, e o terceiro é um modo

interdisciplinar na ciência do solo para determinar os efeitos da manipulação dos solos pelo homem. Além disso, em alguns sistemas de classificação de solo, há conceitos e expressões próprias para fazer referência à esses solos alterados. No sistema de classificação internacional de solos, a *World Reference Base for Soil Resources* (IUSS, 2015), existem diversas atributos e qualificadores que expressam as ações antrópicas e especificam as condições morfológicas e químicas dos perfis de solos alterados.

As transformações no terreno por nivelamento e terraplanagem, a alteração do regime de umidade através da irrigação e drenagem, e o acréscimo de materiais antrópicos, são exemplos de intervenções humanas grandiosas (AMUNDSON; JENNY, 1991). Essa percepção da escala e magnitude de atuação das ações humanas, fez com que Amundson e Jenny (1991) e Dudal et al. (2002), sugerissem que o homem seja acrescido como um sexto fator de formação dos solos. Porém, essa visão da atuação antrópica como um fator de formação é diferente da proposta do próprio Jenny (1941), segundo a qual seria mais prudente acrescentar o homem dentro do “fator organismo”.

Apesar da magnitude das ações humanas sobre o solo, Huot et al. (2015) explica que os processos pedogenéticos que atuam nos solos alterados são os mesmos de solos naturais. O que ocorre segundo os autores é a coexistência de processos que dificilmente haveria em ambientes sem a perturbação humana.

2.1.Solos urbanos

O uso do termo “solos urbanos” é encontrado nos trabalhos científicos como divisão dos solos alterados, (FAO, 1994; LADEIRA, 2012; POPKOV e DEMENT’EVA, 2002). Trata-se de uma terminologia que faz referência aos solos localizados especificamente em meio urbano (CRAUL, 1992; CRAUL, 1999; LADEIRA, 2012; MADRID et al., 2002; PEDRON et al., 2004; SILVA, 2014; STROGANOVA e PROKOFIEVA, 2002). Entretanto, Pedron et al. (2004) ressaltam que solos urbanos não podem ser postos como uma simples compartimentação dos antrópicos, pois dentro das cidades pode haver locais de solos não alterados.

Vê-se que as atividades humanas adquiriram grande magnitude, sendo que dentre as cidades, os efeitos seriam mais intensos naquelas com história de ocupação centenária (VOLUNGEVIČIUS, 2011). Segundo Laroche et al. (2006), 48% das terras europeias estavam fortemente artificializadas no ano de 2000, sem contabilizar locais de solo arável ou de cultura permanente.

2.2. Funções dos solos urbanos

Solos urbanos apresentam profundidades de alterações variadas de acordo com as modificações do ambiente, como terraplanagem, corte do terreno e deposição de resíduos residenciais e industriais (POUYAT et al., 2010). Para Pedron et al. (2004) os solos urbanos apresentam múltiplas funções, dentre as quais destaca-se: suporte e fonte de material para construção, local para agricultura urbana, suburbana e de áreas verdes como os parques, e local para descarte de resíduos. Além disso, os solos das cidades guardam marcas importantes para estudos arqueológicos, sociológicos e históricos da região (LEVIN et al., 2017).

Áreas urbanas tendem a se tornar o suporte de grande parte da agricultura futura (PEDRON et al., 2004), além conterem áreas verdes nas quais pessoas entram em contato direto com o solo (VIDAL-BEAUDET et al., 2016). Apesar dessa projeção e da atual relação homem/solo nos centros urbanos, é comum a existência de elementos e substâncias potencialmente contaminantes, o que pode afetar sua capacidade de produção vegetal e pode prejudicar a saúde humana (MANTA et al., 2002).

Os impactos gerados pelo homem nos solos dentro das cidades, refletem na capacidade de suporte à biodiversidade desse ambiente por diversos caminhos. Modificações em ambientes urbanos podem levar a homogeneização ou diminuição da biodiversidade (SHARMA, 2015). A presença de superfícies impermeáveis ou de elevada compactação, o aumento da fragmentação da vegetação em superfície e baixa conectividade entre eles, são meios de afetar a vida no solo (SCALENGHE et al., 2008). A deposição de material no solo pode levar à criação de uma camada selada, afetando a interação entre solo e água, consequentemente alterando muitas das funções dos solos (LEHMANN, 2006).

Segundo Feller et al. (2015), a relação existente entre homem e solo tem sido registrada de diversos modos ao longo do tempo, como em pinturas, escritos e em objetos, cujo matéria prima é o próprio solo. Telas e quadros desde de a época medieval trazem o solo como componente, mas é a partir do século XVIII com obras retratando paisagens, que ele começa a ganhar maior espaço, sendo possível inferir sobre seu papel na vida das pessoas (HARTEMINK, 2009).

Em áreas urbanizadas, como a de Londres no início do século XX retratada por William Wiehe Collins em comparação com uma fotografia de 2009 (Figura 1) é visível as modificações no ambiente pelo trabalho humano para a cidade crescer. O avanço das áreas urbanas faz com que o solo ganhe funções além das que exerce em locais naturais. Na obra de Collins, é evidente solo exposto e, a utilização dele para suporte de obras, com consequente

criação de áreas impermeáveis. A paisagem urbana é constantemente remodelada para as diversas atividades (MOREL et al., 2005).

Figura 1 - Registro da intervenção humana no solo. A esquerda: Pintura "The Market Place, Ely" (1909) por William Wiehe Collins, onde vemos o avançar da cidade sobre o solo; A direita: Fotografia da atual "Ely market square", com o solo praticamente impermeabilizado



Fonte: (Ilustração da esquerda disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ely_the_market_place-1.jpg>; Ilustração da direita disponível em: <<http://www.geograph.org.uk/photo/1388591>>).

Portanto, os solos urbanos são vulneráveis à constantes transformações que resultam principalmente na modificação de seus materiais constituintes e em suas propriedades (HULISZ et al., 2018). Muitas vezes as cidades crescem sobre seus próprios escombros e resíduos descartados em sua periferia que tempos depois servem como área de expansão urbana (PEDRON et al., 2004).

2.3. Modificações morfológicas dos solos urbanos

Para Séré et al. (2010), nos ambientes urbanos, solos alterados geralmente estão em locais identificados na paisagem pela variação topográfica em relação ao entorno. Os perfis de solos urbanos são normalmente criados pela inversão ou mistura de horizontes (de modo manual ou por máquinas) e pelo soterramento do solo natural com deposição de solos de outro ambiente (CURCIO et al., 2004; MOREL et al., 2005). Além disso, é comum a mistura de materiais diversos, como madeira, pedras, plásticos, vidro, concreto entre outros (MOREL et al., 2005) o que pode afetar os atributos e as propriedades do solo, criando característica heterogênea de textura e estrutura dentro do perfil (CRAUL, 1985).

Os solos dentro das cidades apresentam variadas morfologia de acordo com o tempo de uso da terra por atividades humanas e histórico de ocupação da área (JOIMEL et al., 2016). Estudando os solos de Curitiba (Brasil), Santos Junior e Lima (2012) denominaram como

principais processos de antropização a decapitação do horizonte superficial e a adição de solos alóctones misturado com matérias de origem antrópica.

A morfologia do perfil de solo alterado pode apresentar característica de aleatoriedade, mas há casos nos quais o perfil de solo é montado para uma determinada finalidade, como é o que ocorre em ambientes ocupados por espaços verdes (HUOT et al., 2015). Nesses casos as camadas existentes nos solos obedecem à uma lógica para cumprir específicas funções, como a de drenagem ou sustentação de vegetação. O grande problema para Huot et al. (2015) é que não se trata de uma lógica capaz de ser identificada em escala menor. Ao nos afastarmos de um perfil de solo urbano alterado, a poucos metros podemos encontrar um perfil totalmente diferente, tornando os solos urbanos análogo à uma colcha de retalhos.

2.4. Modificações físicas dos solos urbanos

As atividades humanas em paisagens urbanas alteram propriedades físicas dos solos diretamente através do revestimento de solo com uma superfície impermeável, da compactação, e revolvimento do solo (MOREL et al., 2014). A criação de coberturas no solo por aplicação total ou parcial de material impermeável é um dos processos mais prejudiciais e destrutivos, pois seus impactos são praticamente irreversíveis (SÉRÉ et al., 2010). As propriedades físicas de solos selados são completamente diferentes de solo morfologicamente similar, mas não selado (MOREL; DE KIMPE, 1998).

Superfícies de baixa permeabilidade geram mudanças na dinâmica da transferência de energia entre solo e atmosfera e na movimentação de água, o que remodela a difusão de gases no solo (SCALENGHE et al., 2008). Novos materiais no solo, como resíduos domésticos e da construção civil, por intensificar a variação textural, alteram o regime hídrico e térmico, e conseqüentemente a capacidade de sustentação de plantas e a resistência à erosão e à deslizamentos (PEDRON et al., 2005).

De acordo com Craul (1985) a variação visual horizontal e vertical nos perfis de solos urbanos corriqueiramente é acompanhada de modificações de estrutura do solo devido à compactação, o que gera restrição tanto para infiltração como para aeração. Resultados comparativos da densidade de solos naturais e alterados, indicaram valores de $1,5 - 1,9 \text{ g cm}^{-3}$ contra $1,1 - 1,4 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente (SCHUELER, 2002). Esse tipo de variação é visto em diversos estudos (CHARZYŃSKI et al., 2013; MACHADO et al., 2013; MOREL et al., 2014).

Porém, análises físicas em solos urbanos alterados realizadas por Santos Junior e Lima (2012) não indicaram uma relação entre os valores médios de densidade do solo ($1,24 \text{ Mg m}^{-3}$) e a textura, mostrando que os valores de densidade podem estar associados à compactação do solo e à teores de matéria orgânica, ambos fatores, segundo os autores, dependente do uso e manejo dos solos urbanos, e também do tempo de ocupação da área.

A compactação do solo em ambientes urbanos corre principalmente devido à construção de edifícios, e tráfego pesado de veículos e pedestres (HILLER, 2000). Além disso, a estrutura desses solos alterados é normalmente degradada do ponto de vista pedológicos, sendo comum a presença de feições maciça ou a baixa agregação das partículas do solo (SÉRÉ et al., 2010). Quando apresenta baixa agregação, a causa mais comum é o baixo conteúdo de argila e alto conteúdo de areia (LEFORT et al., 2006). Assim, o déficit estrutural e a heterogeneidade estrutural ao longo de um perfil de solo alterado podem levar a dois extremos (HILLER, 2000):

- i) Alta porosidade e uma rede de macro pores bem estabelecida, resultando em alta condutividade hidráulica e baixa capacidade de retenção de água ou
- ii) Volume de poros reduzido e falta de continuidade entre macro poros, e por consequência baixa infiltração e elevado escoamento superficial.

Solos recém-alterados pelo revolvimento apresentam condutividade hidráulica mais elevada do que solos de alterações mais antigas (CHEN et al., 2014). Esse fato segundo os autores é pela desestruturação do solo, o que aumenta a quantidade de macroporos.

2.5. Modificações químicas dos solos urbanos

Devido às intervenções no ambiente, áreas mais antigas das cidades são vinculadas como locais de maior potencial de alterações químicas nos solos (KHAN et al., 2016). Além disso, espaços urbanos ocupados por plantas industriais podem levar a modificações químicas e degradação dos solos pela presença de elementos contaminantes (ECHEVARRIA e MOREL, 2015; RACHWAŁ et al., 2017).

A presença no solo de materiais criados pelo homem, faz com que centros urbanos com grandes alterações de uso da terra ao longo do tempo, alta densidade de tráfego nas proximidades e a grande circulação de pessoas sejam apontados como causas de

contaminação dos solos urbanos (EL KHALIL et al. 2008a; GUMIERO et al., 2007; MANTA et al., 2002). Uma vez que os materiais de antrópicos depositados apresentam variadas constituições, a caracterização química desses solos pode apresentar valores extremos (HUOT et al., 2015). Ademais, pesquisa conduzida por Madrid et al. (2006) indicou que os bairros mais antigos são que tendem a apresentar maiores modificações químicas nos solos.

Entretanto, isso não é regra. Locais de recente atividade antrópica podem apresentar níveis elevados de metais pesados devido a deposição de produtos derivados de combustão, fertilizantes, adubos e tintas (EL KHALIL et al., 2008b; FOTI et al., 2017; NEZAT et al., 2016). É preciso ainda lembrar que o solo é um sistema aberto que se relaciona com outros compartimentos ambientais. Portanto é fundamental considerar o papel da água como agente de transporte (ALVES et al., 2010). Na China, rios que cortam cidades densamente povoadas e banham locais a jusante de plantio de arroz, enriquecem os solos com metais pesados, prejudicando a cadeia produtiva de alimento do país. (WONGA, 2002).

A presença de rejeitos industriais e substâncias como hidrocarboneto, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, inseticidas e efluentes domésticos é extremamente prejudicial aos solos e ao ambiente. Além disso, a existência de elevado nível de carbono nas camadas superficiais dos solos dos centros urbanos, pode estar associado à sua proximidade com rodovia de intenso tráfego (BROSKA et al., 2010). A percolação de hidrocarboneto tem capacidade de atingir camadas mais profundas do solo, chegando até o lençol freático, dependendo das condições do local (ARAUJO et al., 2016).

Altos índices de carbono orgânico no solo podem ter origem no derramamento de derivados de petróleo (óleos e gasolinas), como podem ter origem em areia asfáltica utilizada para pavimentação de ruas e estradas (ARAUJO et al., 2016). Além disso, a deposição direta de material orgânico, como podas de árvores sobreposta por camada de terra, pode elevar o conteúdo de carbono (HEIMANN et al., 2015; HUOT et al., 2013).

O aumento de carbono eleva a capacidade de trocas catiônicas (CTC) do solo e consequentemente a retenção de outros elementos, como o cobre e o zinco (BROSKA et al., 2010). A mobilidade reduzida desses elementos é um ponto positivo considerando a diminuição do risco de poluição subsuperficial, mas os elementos retidos em camadas superficiais ficam propensos de entrarem em contato (em nível tóxico) com os seres humanos por meio de cultivos em hortas domésticas, e em ambientes de recreação como praças e parques (WONGA, 2002).

Por fim, a presença de material de origem antrópica normalmente é associada com a variação de pH solo (CRAUL, 1985), o que afeta a capacidade edáfica do solo (ALVES,

2010). Apesar da literatura indicar que solos urbanos alterados tendem a apresentar pH acima de 7, estudos como o de Madrid et al. (2006) mostram que os valores de pH em ambientes urbanos podem ser muito variáveis devido à natureza dos materiais depositados nos solos. Outra possibilidade é encontrar pH abaixo de 7 devido ao tempo de deposição dos resíduos no solo. Valores inferiores à 7 podem ser indicação de deposições "jovem" (WISEMAN et al., 2015).

2.6. Classificação taxonômica de solos urbanos

Vários sistemas de classificação de solos fazem uso de atributos morfológicos para a descrição dos perfis de solos (CURCIO et al., 2004). Em solos urbanos, a descrição morfológica do perfil auxilia na compreensão de suas características físicas e químicas (CRAUL, 1985). A WRB (IUSS, 2015), por exemplo, foi elaborada para identificação de atributos capazes de especificar as condições morfológicas, químicas e físicas dos perfis de solos através de “qualificadores” (Tabela 1).

Tabela 1 - Qualificadores para descrição de Technosols na WRB

Qualificadores principais	Qualificadores suplementares		
Ekranic	Alcalic	Dolomitic	Skeletal
Hyperskeletal	Andic	Drainic	Sodic
Linic	Anthraquic	Dystric	Spodic
Urbic	Archaic	Eutric	Stagnic
Spolic	Arenic	Fluvic	Sulfidic
Garbic	Aridic	Plaggic	Technic
Cryic	Calcaric	Pretic	Tephric
Isolatic	Calcic	Raptic	Thixotropic
Leptic	Cambic	Relocatic	Toxic
Reductic	Carbonic	Salic	Transportic
Subaquatic	Clayic	Sideralic	Vitric
Tidalic	Densic	Siltic	

Fonte: (Adaptado de IUSS, 2015),

A WRB utiliza “qualificadores principais” e “qualificadores suplementares”. Os primeiros são exclusivamente morfológicos, o que possibilita sua identificação em campo e classificação dos solos dentro de uma Ordem. Para solos fortemente alterados é possível o enquadramento dos solos como *Technosols*, aludindo-se à solos com significativa quantidade de artefatos humanos, estes entendidos como qualquer objeto feito por seres humanos ou por

eles manipulados. Já os qualificadores suplementares, no caso dos *Technosols*, oferecem um maior grau de detalhamento do solo, mas em muitos casos não são identificados em campo, necessitando de análise laboratorial.

Nos Estados Unidos, o sistema de classificação *Soil taxonomy* (SOIL SURVEY STAFF, 2014) inclui critérios para classificação de solos antropogênicos desde 2014 na categoria *soil human-altered/human-transportes* – HAHT. Esse tipo de solo pode ser descrito em campo em nível de subgrupo e família (Tabela 2).

Tabela 2 - Critérios de descrição de HAHT na Soil Taxonomy

HAHT subgrupo	HAHT família	
Anthraquic	Methanogenic	Artifactic
Anthrodensic	Asphaltic	Pauciartifactic
Anthropic	Concretic	Dredgic
Plaggic	Gypsifactic	Spolic
Haploplaggie	Combustic	Araric
Anthroportic	Ashifactic	
Anthraltic	Pyrocarbonic	

Fonte: (Adaptado de SOIL SURVEY STAFF, 2014)

Dentro da Soil Taxonomy os subgrupos estão associados às características gerais dos solos e o nível de família com as características detalhadas dos materiais presentes nesses solos, como natureza da composição dos materiais e seu comportamento ambiental.

Na Alemanha, segundo Curcio et al. (2004) a classificação de solos apresentada em 1985, utiliza critério práticos para identificação dos solos fortemente alterados pela ação humana. Esses solos podem pertencer à ordem dos Solos Terrestres ou dos Semi-terrestres, de acordo com os seguintes parâmetros: profundidade do distúrbio, espessura da camada superficial, conteúdo de matéria orgânica e duração do período no qual o perfil fica sob água ao longo do ano.

A Inglaterra e o País de Gales reconhecem em alto nível categórico, o grupo “*Man-made soil*”, no qual são enquadrados os solos com elevado conteúdo de material orgânico e presença de artefatos ou indício de perturbação humana (CURCIO et al., 2004). Em nível de grupos, a classificação inglesa reconhece os “*Man-made Humus Soil*” (que pode ser subdividido de acordo com a textura predominante) e os Disturbed Soil (que pode ser separado de acordo com a natureza dos rejeitos que compõe o perfil).

Considerando apenas solos com grandes alterações pela atividade humana, outros países, além de Alemanha. Inglaterra e Estados Unidos têm buscado incluí-los em seus

sistemas de classificação. A Tabela 3 apresenta algumas dessas nações que descrevem e classificam os solos com características diagnósticas necessárias (ou próximas) aquelas utilizadas na WRB enquadrar o solo como *Technosol*.

Tabela 3 - Sistemas nacionais que enquadram solos urbanos em suas classificações de solo

Sistemas Taxonômicos	País	Ano
The Australian Soil Classification	Austrália	2016
Magyar Talajtani Társaság	Hungria	2015
Soil Classification System of Japan	Japão	2015
The Bulgarian Classification	Bulgária	2014
Technogenic Soils of Poland	Polônia	2013
Soil Atlas of Africa	África do Sul	2013
Romanian Classification	Romênia	2012
Chinese Soil Taxonomy	China	2011
Systematische Gliederung der Böden Österreichs	Áustria	2011
Canadian System of Soil Classification	Canadá	2011
Taxonomy of Latvia Soils	Letônia	2009
Référentiel Pédologique	França	2008
Ukraine Taxonomy	Ucrânia	2008
The Azerbaijani Soil Classification	Azerbaijão	2006
Soil Classification of Cuba	Cuba	2006
The Czech Taxonomic Soil	República Checa	2005
Russian Soil Classification	Rússia	2000
The Morphogenetic Soil Classification System of Slovakia	Eslováquia	2000
The Soil Classification of New Zealand	Nova Zelândia	1998

Fonte: (Adaptado de DIAS, 2017).

Todas os sistemas apresentados anteriormente fazem uso de atributos morfológicas para caracterizar os solos em nível mais alto. No Brasil, os dois primeiros níveis categóricos da atual edição do Sistema brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013) utiliza propriedades identificáveis em campo, mas sem haver em nível de Ordem que corresponda aos solos fortemente alterados. A chave de classificação dos Antropossolos, proposta de Curcio et al. (2004) baseada exclusivamente em características morfológicas para o segundo e terceiro nível categórico, assim como a WRB, faz uso de termos específicos para referenciar características dos solos alterados até a profundidade de 2 metros (Tabela 4).

Tabela 4 - Elementos formativos para caracterização dos Antropossolos

Classe	Elemento formativo	Termos de conotação e memorização
Subordens		
LÍXICO	Líx	Lixo. Detritos domésticos ou industriais.
DECAPÍTICO	Decapít	Decapitado. Remoção de horizonte do solo.

SÔMICO	Som	Soma. Adição de horizontes do solo.
MOBÍLICO	Mobil	Mobilização. Movimentação de horizontes do solo.
Grandes Grupos		
Áquico	Áqu	Água. Sujeito à saturação por água.
Órtico	Órt	Típico. Condição habitualmente encontrada.
Totálico	Total	Inteiro. Retirada total do solo.
Parciálico	Parcial	Parte. Retirada parcial do solo.
Mésclico	Mésc	Mistura. Mistura de horizontes de solo.
Camádico	Camad	Camada. Materiais dos solos dispostos em camada.
Équico	Équ	Igual. Camadas dos solos dispostos semelhantes ao original.
Inéquico	Inéqu	Desigual. Camadas dispostas não semelhantes ao solo original.
Subgrupos		
Tóxico	Tóx	Nocivo. Presença de materiais nocivos ao ambiente.
Séptico	Sépt	Nocivo. Presença de organismos patogênicos.
Eutrófico	Eutróf	Rico. Alta saturação por base.
Distrófico	Distróf	Pobre. Baixa saturação por base.
Alumínico	Alumín	Alumínio. Altos teores de alumínio trocáveis.
Homogênico	Homogên	Homogêneo. Constituição uniforme.
Heterogênico	Heterogên	Heterogêneo. Constituição desuniforme

Fonte: (Adaptado de CURCIO et al., 2004).

O segundo nível categórico para a proposta de classificação dos Antropossolos é baseado nas principais ações que o homem pratica nos solos. Segundo os autores, o ambiente pode: ter a adição de materiais; ser decapitados; ou ser mobilizado. Para o terceiro nível, o técnico deve observar condições hidromórficas do solo e a criação ou não de camadas bem demarcadas dentro do perfil (CURCIO et al., 2004).

3. Hipóteses

i) Qualificadores diagnósticos podem ser identificados especificamente para solos urbanos; ii) Qualificadores diagnósticos de solos urbanos são homogêneos e podem ser utilizados para classificação diagnóstica de solos.

4. Objetivo

Partindo da hipótese apresentada o objetivo trabalho foi elaborar uma proposta para descrição e análise de solos urbanos considerando atributos e qualificadores diagnósticos.

Capítulo 2: Identificação de qualificadores diagnósticos em solos urbanos no município de Santa Maria – RS.

1. Introdução

A população humana está cada vez mais vivendo em áreas urbanas e suburbanas. A natureza do ambiente urbano, de acordo com Pavão-Zukermann (2009) torna-se um fator importante para a restauração e preservação da biodiversidade e dos ecossistemas dentro e fora das cidades. Neste cenário, os solos das cidades, são extremamente vulneráveis às modificações físicas, químicas e biológicas em relação aos solos de áreas não urbanizadas, ganhando importância fundamental nas pesquisas dentro da Ciência do Solo.

A influência humana nos solos de ambientes urbanos tem sido descrita nos últimos anos por diversos autores (BURGHARDT, 2015; GREINERT, 2015; GORBOV, 2016; ZALASIEWICZ et al., 2017). Estes locais têm se caracterizado pela mistura de solos naturais e materiais antrópicos (MOREL et al., 2005; POUYAT et al., 2010). Entretanto, Pedron et al. (2007) enfatizam que solos urbanos não são sinônimos de solos alterados, pois podemos encontrar dentro das cidades solos sem grandes distúrbios por ação antrópica. A influência do homem nos solos é vista por Pickett; Cadenasso (2009) como capaz de alcançar grandes dimensões. Os autores enfatizam que cada um dos cinco fatores de formação de solo apresentados em 1941 por Jenny (material parental, relevo, organismos, clima e tempo) podem ser afetados pelas ações humanas dentro do ambiente urbano.

Das modificações nos solos urbanos, tem sido demonstrado que em relação as mudanças químicas, a mudança abrupta do pH de uma camada de solo para outra (JOIMEL et al., 2016; WATERLOT et al., 2016), a presença de metais pesados (WISEMAN et al., 2015; GALITSKOVA e MURZAYEVA, 2016; RACHWAŁ et al., 2017) e as variações do conteúdo de carbono orgânico (NEHLS et al., 2013; EL KHALIL et al., 2013) são alterações frequentemente encontradas. Já considerando os atributos e as propriedades físicas, as modificações mais comuns são: variação da condutividade hidráulica (ROKIA et al., 2014) e aumento da densidade devido a compactação (SCHUELER, 2002). Em relação aos atributos e as propriedades morfológicas, o revolvimento de solo, o depósito de materiais sobre o solo natural ou o corte de horizontes são as mudanças mais indicadas (JOIMEL et al., 2016).

O estudo dos solos passa pela sua análise e coleta de amostras, com posterior análise laboratorial e interpretação dos dados obtidos. No Brasil, há um protocolo para descrição e caracterização dos solos naturais e agrícolas (SANTOS et al., 2015), porém, para solos

urbanos, existe uma carência de informações que orientem os técnicos na realização desse trabalho (PEDRON et al., 2007). Poucos são os trabalhos sobre este tema em nível nacional, e os que existem têm sido realizados com adaptações dos procedimentos utilizados para solos naturais, sem uma efetiva padronização que permita uma qualificação dos dados para posterior comparação entre os trabalhos.

Sistemas nacionais de classificação taxonômica de solos, como o russo, o australiano, o japonês, o alemão, o inglês e o tcheco apresentam enquadramento para solos alterados. O Sistema internacional WRB (*World Reference Base for Soil Resources*) (IUSS Working Group WRB, 2015) incluiu em 2014 o Grupo dos *Technosols* referindo-se aos solos fortemente alterados pela pelo trabalho humano. Os *Technosols* contêm quantidade significativa de material antrópico, uma camada selada por material criado pelo homem, ou deposição de material residuais do trabalho humano, como cinzas, lodo e lama. Nesse sistema, os solos são classificados com base em atributos organizados em qualificadores principais e suplementares que caracterizam o perfil de solo de acordo suas características morfológicas, físicas e químicas, além indicar os materiais antrópicos existentes.

Nos Estados Unidos, o sistema de classificação *Soil taxonomy* (*SOIL SURVEY STAFF*, 2014), também muito utilizado em trabalhos científicos, inclui critérios para classificação de solos antropogênicos desde 2014 na categoria *soil human-altered/human-transported* – HAHT. Esse tipo de solo pode ser descrito em campo em nível de subgrupo e família. Os subgrupos estão associados às características gerais dos solos e o nível de família com as características detalhadas dos materiais presentes nesses solos, como natureza dos materiais e seu comportamento ambiental.

Em contrapartida, o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS et al., 2013) não apresenta amparo para os solos urbanos ou mesmo outros solos fortemente alterados. Existe uma proposição para a classe dos Antropossolos (CURCIO et al., 2004) para atender os solos modificados pela ação humana, porém essa proposta não foi implantada no SiBCS. Na classificação de Curcio et al. 2004 os solos pertencentes a Ordem dos Antropossolos são aqueles com ao menos 40 cm de espessura, formados exclusivamente pela ação humana. Na proposição os Antropossolos podem ser classificados até o quarto nível categórico. Para o segundo e terceiro nível são utilizados termos que expõem as características visuais perceptíveis à campo, já o quarto nível faz uso de atributos químicos.

Os solos urbanos quando alterados apresentam uma diversidade de características que não obedecem uma ordem natural, tampouco apresentam alguma dependência espacial nos primeiros anos de formação devido a heterogeneidade dos materiais depositados no terreno,

das distintas topografias existentes, das diferenças climáticas urbanas (PICKETT; CADENASSO, 2009), e da dinâmica da cidade, que remodela constantemente o ambiente, muitas vezes não proporcionando aos solos o tempo necessário para interação entre os fatores de formação (HULISZ et al., 2018).

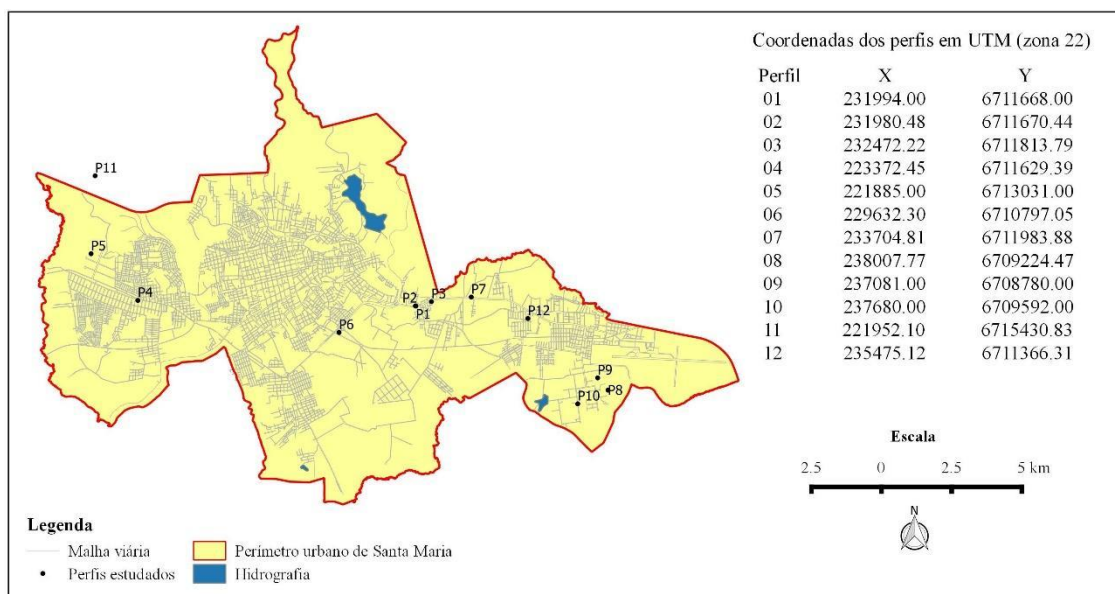
Diante do exposto, a proposição de um protocolo para descrição de solos urbanos é necessária em nível nacional. Assim, o objetivo deste trabalho é propor, para testes, proposições, contribuições e avaliação um protocolo para descrição e análise de solos urbanos baseando-se em qualificadores diagnósticos.

2. Materiais e Métodos

Local de estudo

O estudo foi realizado no perímetro urbano de Santa Maria, Rio Grande do Sul – Brasil (Figura 2), área majoritariamente de ocorrência de solo da classe dos Argissolos (PEDRON et al., 2006). Foram considerando 12 perfis de solos do ambiente urbano deste município. Apenas o perfil 11 está fora do perímetro urbanos, estando localizado na área do antigo lixão da Caturrita, que apesar de estar fora do perímetro urbano por anos fez parte da dinâmica urbana. Esse local, entre 1985 e 2008 recebeu o resíduo sólido produzido não apenas em Santa Maria, como também de áreas próximas (SAMUEL-ROSA et al., 2012).

Figura 2 - Localização dos perfis de solos estudados



Fonte: (Autora).

Santa Maria expressa a dinâmica urbana brasileira das últimas décadas. Hoje, conta com população estimada em aproximadamente 280 mil habitantes, o que representa 145 habitantes por km² sendo que 93% do total de seus habitantes residem dentro do perímetro urbano (IBGE, 2011).

Protocolo de caracterização do solo e ambiental

Considerando que no Brasil ainda não existe padronização para descrição e coleta de solos urbanos, o trabalho sugere a partir de adaptações do Manual de Descrição e Coleta de Solos (SANTOS et al., 2015), das informações contidas em Curcio et al. (2004), de Santos Júnior & Lima (2012), no Sistema brasileiro de Classificação de Solos e na *World Reference Base for Soil Resources* (IUSS, 2015) o estabelecimento de um protocolo preliminar para descrição e análise de solos urbanos (Figura 3).

Pelo fato de que os solos urbanos normalmente apresentam pouca atuação dos processos pedogenéticos, em decorrência das constantes interferências humanas nos fatores de formação tempo (ROKIA et al., 2014) a demarcação dos perfis é feita em camadas e não em horizontes. No quesito cor, foi acrescentada a opção de “mosaico de cores” para descrição de material com três ou mais cores, pois a mistura de materiais pode levar a inexistência de uma cor predominante.

O protocolo traz informações quanto ao tipo de uso urbano da terra pensando na possibilidade de associação entre as características do solo e do uso da terra. Para definir o uso urbano da terra, testou-se seis classes: i) construção urbana (áreas industriais, comercial, residencial e educacional, vias públicas e áreas recreativas); ii) descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos (lixões, aterros sanitários e área de depósito de material de construção); iii) área de exploração de recursos naturais; iv) área de deposição de solo; v) área de agricultura urbana (ocupados por lavoura e pastagem); vi) área de preservação permanente.

Um importante diferencial do protocolo testado em relação aos manuais de descrição de solo existente é a presença de qualificadores para descrição dos perfis de solos urbanos divididos em dois grupos: morfológicos e físico-químicos. Nesse trabalho, entende-se por qualificadores as terminologias que remetem às características do perfil de solo. Ao todo, 34 qualificadores foram definidos por descreverem os principais aspectos dos solos urbanos. O protocolo traz qualificadores morfológicos perceptíveis em campo provenientes da WRB, SiBCS, Curcio et al. (2004) e outros proposto a partir de diversos momentos em campo.

Sendo assim, os qualificadores morfológicos são:

- i. **Selado:** superfície do perfil é caracterizada por uma laje asfáltica, de cimento, concreto, ou por grande quantidade de brita, madeira, ou ainda outros resíduos de origem antrópica.

Figura 3 - Protocolo para descrição e análise de solos urbanos

DESCRIÇÃO DE SOLO URBANOS						
Data:	Declividade:	Resistencia a penetração				
Perfil Nº:	Relevo:	Profundidade	1°	2°	3°	
Descrito por:	Solo natural da área:	10 cm				
Drenagem:		20 cm				
Localização:	Coordenadas:					
Condição do perfil de solo						Uso urbano da terra*
Perfil de solo natural						Agricultura urbana
Formado pela deposição de solo não originário do local						Construção urbana
Formado pela deposição de solo e materiais antrópicos diversos						Descarte de resíduos
Solo decapitado						Preservação permanente
Solo decapitado com adição de solo não originário do local;						Expl. de recursos naturais
Solo decapitado com adição de materiais antrópicos diversos						Área de deposição de solo
Solo decapitado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos						* Detalhe
Solo mobilizado						
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local						
Solo mobilizado com adição de materiais antrópicos diversos						
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos						
Qualificadores morfológicos						
Subaquia	Artefático		Garbic	Lini c		Saprolitizado
Oscilacqua	Dênsa co		Glei transportado	Pedregoso		Selado
Antropotoxic	Drenado		Histic	Resíduos		Não selado
Agroacqua	Ekranic		Hiperartefático	Terric		
Archaic	Flúvico transportado		Irragic	Urbic		
Qualificadores Físico-químicos						
Ácrico	Eutrico		Arenoso	Muito argiloso		
Carbonático	Eutrófico		Franco	Laxic		
Distrófico	Sódico		Argiloso			

Quadro individual para cada camada						
Possibilidade de descrição e coleta? () Sim () Não						
Camada:	Profundidade	Raiz () Sim () Não	Poros visíveis () Sim () Não			
Cor úmida:	() mosaico de cores	Mosqueados () Sim () Não	Cor úmida:			
Número dos anéis:		Quantidade () Pouco () Comum () Abundante				
Transição entre camadas Grau de Transição: () Abrupta () Clara () Gradual () Difusa						
Forma de transição () Plana () Ondulada () Irregular () Descontínua						
Textura						
Fração fina () Arenosa () Argilosa () Muito argilosa () Siltosa () Franco						
Fração Grosseira () Sim () Não tipo: () Cascalho () Calhau () Matacão						
Estrutura () Colunar () Blocos Angulares () Blocos Sub. Angulares () Granular () Maciça						
Consistência molhada						
() Não plástico () Ligeiramente Plástico () Plástica () Muito Plástica						
() Não pegajoso () Ligeiramente Pegajoso () Pegajoso () Muito pegajoso						
Material antrópico						
Material	%	Material	%	Material	%	Material
() Gesso		() Papel		() Vidro		() Plástico
() Tecido		() Cerâmica		() Concreto		() Isopor
() Tijolo		() Metal		() Madeira		() Asfalto
* Outros:						
Observações:						

Fonte: (Autora).

- ii. **Não selado:** superfície do perfil é uma área não construída com a presença de cobertura verde, ou sem a presença de cobertura verde – solo exposto.
- iii. **Subaqua** (do latim *sub*, abaixo + do latim *aqua*, água): Perfil com ao menos uma camada que fique permanentemente submerso em água.
- iv. **Oscilaqua** (do latim *oscillatio*, balanço + do latim *aqua*, água): Perfil com ao menos uma camada afetada pela oscilação do nível de água ao longo do ano.
- v. **Antropotóxico** (do grego *anthropos*, humano + do grego *toxikon*, veneno): Perfil que contenha em ao menos uma camada substância que seja potencialmente contaminante ao meio ambiente, que tenham origem no trabalho humano e que seja possível sua identificação visual, tátil ou olfativa (ex: óleo, gasolina).
- vi. **Agroaqua** (do latim *ager, āgri* ou *āgri*, terreno cultivado + do latim *aqua*, água): Perfil que contenha ao menos uma camada modificada por atividade agrícola em ambiente úmido (proveniente da WRB).
- vii. **Archaic** (do grego *archae*; começo): Perfil que contenha $\geq 20\%$ (do volume) de material antrópico sendo $\geq 50\%$ de artefatos produzidos em período pré-industrial (proveniente da WRB).
- viii. **Artefático** (do latim *arte factus*, feito com arte): Perfil que contenha $< 50\%$ (volume) de material antrópico produzidos em período pós-industrial (proveniente da WRB).
- ix. **Dênsico** (do Latim *densus*, denso): Perfil que contenha compactação pela ação humana em ao menos uma de suas camadas, sendo impeditivo à penetração de raízes, ou que imponha muita dificuldade (proveniente da WRB).
- x. **Drenado** (do francês *drainer*, drenar): Perfil que contenha camada construídas com a finalidade de drenagem.
- xi. **Ekranic** (do French *écran*, blindagem): Perfil que contenha ao menos uma camada composta por material endurecido, não necessariamente na superfície do solo (proveniente da WRB).
- xii. **Flúvico transportado** (do latim *fluviālis*, rio): Perfil que contenha material do tipo flúvico (transportado pelo homem).
- xiii. **Garbic** (do inglês *garbage*, lixo): Perfil que contenha $\geq 20\%$ (do volume visual) de material antrópico, sendo $\geq 35\%$ (do volume visual) material orgânico (lixo orgânico) (proveniente da WRB).
- xiv. **Glei transportado** (do russo *gley*, cola): Perfil que apresente características de material do tipo Glei (proveniente pelo homem).
- xv. **Hístic** (do grego *histos*, rede): Perfil que contenha grande quantidade de material orgânico e seja pobre em aeração (proveniente da SiBCS).
- xvi. **Hiperartefático** (do grego *hupér*, excesso + do latim *arte factus*, feito com arte): Perfil que apresenta $\geq 50\%$ (do volume visual) de material antrópico produzidos em período pós-industrial (proveniente da WRB).
- xvii. **Irragric** (do latim *irrigare*, irrigado): Perfil que contenha uma camada superficial criada por contínuos períodos de irrigação, podendo conter quantidades substanciais de sedimentos finos, além de fertilizantes, sais solúveis e matéria orgânica.
- xviii. **Linic** (do latim *linea*, linha): Perfil que contenha camada de permeabilidade reduzida ou impermeável construída por geomembrana (proveniente da WRB).

- xix. **Pedregoso** (do latim *pětra*, pedra + do latim *osus*, abundância): Perfil que contenha $\geq 40\%$ (do volume visual) de fragmentos rochosos com dimensões ≥ 6 cm (proveniente da SiBCS).
- xx. **Resíduos** (do latim *residuum*, resto): Perfil que contenha $\geq 20\%$ (do volume visual) de material antrópico, sendo $\geq 35\%$ composto por resíduos de plantas industrial, de mineração, material de drenagem, lama, cinzas, etc.
- xxi. **Terric** (do latim *terra*, terra): Perfil que contenha adição de material terroso, por exemplo, esterco de terra, adubo, areias de praia, *loess* ou lama (proveniente da WRB).
- xxii. **Urbic** (do Latim *urbs*, cidade): Perfil com contenha camada com ≥ 20 cm de espessura dentro dos primeiros 100 cm, a partir da superfície do solo que apresente $\geq 20\%$ (média visual) de artefatos, sendo $\geq 35\%$ (do volume) de entulho ou material de refugo (proveniente da WRB).
- xxiii. **Saprolitizado**: Perfil que contenha aterro com predomínio de material saprolítico (sedimentar, ígneo ou metamórfico), muito comum em ambientes urbanos aterrados (proveniente de Curcio et al., 2004).

O protocolo apresenta ainda 11 qualificados físico-químicos que são identificados após análise laboratorial a partir da determinação de pH em água; pH KCl; alumínio, cálcio, magnésio, potássio, sódio; granulometria (areia total, silte e argila) e densidade aparente de cada camada do perfil.

Sendo assim, os qualificadores físico-químicos propostos são:

- xxiv. **Eutrico** (do latim *acer*, fortemente ácido): Perfil que apresente ao menos uma camada com pH em água $\geq 5,7$ conjugado com valor de soma de bases $\geq 2,0$ cmol kg⁻¹ (proveniente do SiBCS).
- xxv. **Sódico** (do espanhol *soda*, água gasosa): Perfil que apresente em ao menos uma de suas camadas saturação por sódio ($100 \text{ Na} / T$) $\geq 15\%$ (proveniente do SiBCS).
- xxvi. **Distrófico** (do grego *dys*, ruim; e *trophae*, comida): Perfil que apresente ao menos uma camada com saturação por bases $\leq 50 \%$ (proveniente do SiBCS).
- xxvii. **Eutrófico** (do grego *eu*, bom; e *trophae*, comida): Perfil que apresente ao menos uma camada com saturação por bases $\geq 50 \%$ (proveniente do SiBCS).
- xxviii. **Ácrico** (do latim *carbo*, ácido): Perfil que apresente ao menos uma camada com soma de bases trocáveis (Ca², Mg², K, e Na + alumínio extraível por KCl 1 mol L⁻¹ (Al³)) em quantidade igual ou inferior a 1,5 cmol kg⁻¹ de argila e que possua pH KCl igual ou superior a 5,0; ou ΔpH (pH água - pH KCl) positivo ou nulo (proveniente de SiBCS).
- xxix. **Carbonático** (do latim *linea*, carvão): Perfil que apresente ≥ 150 g/Kg de solo de CaCO₃ (proveniente do SiBCS).
- xxx. **Arenoso**: Perfil que apresente camada (s) onde $\geq 70\%$ da terra fina seja composta por areia. (proveniente do SiBCS)
- xxxi. **Franco**: Perfil que apresente camada (s) onde $< 35 \%$ da terra fina seja composta por argila e $\geq 15 \%$ de areia. (proveniente do SiBCS)

- xxxii. **Argiloso:** Perfil que apresente camada (s) onde o conteúdo de argila na fração terra fina seja >35% e < 60%. (proveniente do SiBCS)
- xxxiii. **Muito argiloso:** Perfil que apresente camada (s) onde o conteúdo de argila na fração terra fina seja >60%. (proveniente do SiBCS)
- xxxiv. **Laxic:** (do latim *laxus*, slack): Perfil que apresente camada (s) com densidade aparente $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$. (proveniente da WRB)

O protocolo testado sugere a determinação de atributos rotineiramente trabalhados em solos naturais e detalhados em Santos et al. (2015). Esses atributos são: espessura de cada camada; textura, estrutura, consistência (pegajosidade e plasticidade); tipo de transição entre as camadas, presença de mosqueados; presença de raízes; e poros visíveis. Sugere-se ainda a observação da presença de materiais de origem antrópica e a indicação desses no campo “Material antrópico”.

Análises físicas

Para complementar a caracterização dos solos, determinou-se atributos físicos além daqueles para os qualificadores físico-químicos (granulometria e densidade aparente). Foi determinada a resistência a penetração na superfície dos perfis, quando inexistente impedimento, como camada asfáltica utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo Stolf em 3 repetições e a fórmula holandesa para obtenção dos resultados. O equipamento tem mostrado bons resultados tanto no campo da engenharia civil como na agrônômica (STOLF, 1991).

Além disso, coletou-se amostras deformadas de todas as camadas identificadas, com exceção das asfálticas. Foram retiradas três amostras indeformadas com anéis volumétricos (85 cm^3) na superfície dos perfis. Com as amostras em anéis volumétricos foi feita a determinação da condutividade hidráulica saturada (K_s); microporosidade (Mip); macroporosidade (Map); porosidade total (PT) e densidade do solo (D_s) de acordo com Donagema et al. (2011).

A determinação granulométrica da terra fina (argila, silte e areia) foi realizada com dispersante $\text{NaOH } 1 \text{ mol L}^{-1}$ pelo método da pipeta, conforme Donagema et al. (2011) e o fracionamento da areia por tamisamento. A quantificação da fração grosseira (>2 mm) foi realizada via peneiramento seco e separação manual para identificação dos componentes e determinação percentil em relação ao total de material coletado. Dentro da fração grosseira contabilizaram-se ainda os materiais antrópicos.

Análises químicas

Além das análises para identificação de qualificadores físico-químicos, outras análises foram realizadas para identificar potenciais características que o protocolo não considere. Foi determinado o conteúdo de carbono orgânico total; cálcio; magnésio; alumínio; acidez potencial; sódio; potássio; cobre; zinco; pH em água; pH KCl e o cálculo da soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e conteúdo de matéria orgânica de acordo com os procedimentos das análises químicas de Donagema et al. (2011).

Análise estatística multivariada

Utilizando as funções dos pacotes *stats*, *psych*, *caret* e *REdaS* do software livre R, foi realizada a análise estatística multivariada dos dados para avaliar a relevância das variáveis químicas e físicas, consideradas na definição dos qualificadores morfológicos e qualificadores físico-químicos. Foi realizada análise estatística multivariada em uma matriz inicialmente composta por 24 variáveis quantitativas (Al; Ca; Mg; Na; K; pH água; pH KCl; $(H+Al^3)$; S; CTC; V %, saturação por alumínio, C; MO; Cu; Zn; Arei Grossa; Areia Média; Areia Fina; Areia; Argila; Silte; Silte/Areia e % de fração grosseira) e 47 amostras.

Verificou-se pela análise de correlação *spearman* as variáveis com valores acima de 0.69. Esse valor foi estipulado porque o valor de 0,5 normalmente utilizado nesse tipo de análise não consegue encontrar expressivas correspondências em um universo amostral com grande variabilidade nos dados. Quando identificadas, uma das variáveis foi excluída. A adequabilidades das demais variáveis à análise de componentes principais (ACP), foi examinada pelo teste de Bartlett e o teste de suficiência amostral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), com o qual é possível eliminadas as variáveis com KMO inferior à 0.59, por serem consideradas de fraca suficiência (FIELD, 2005).

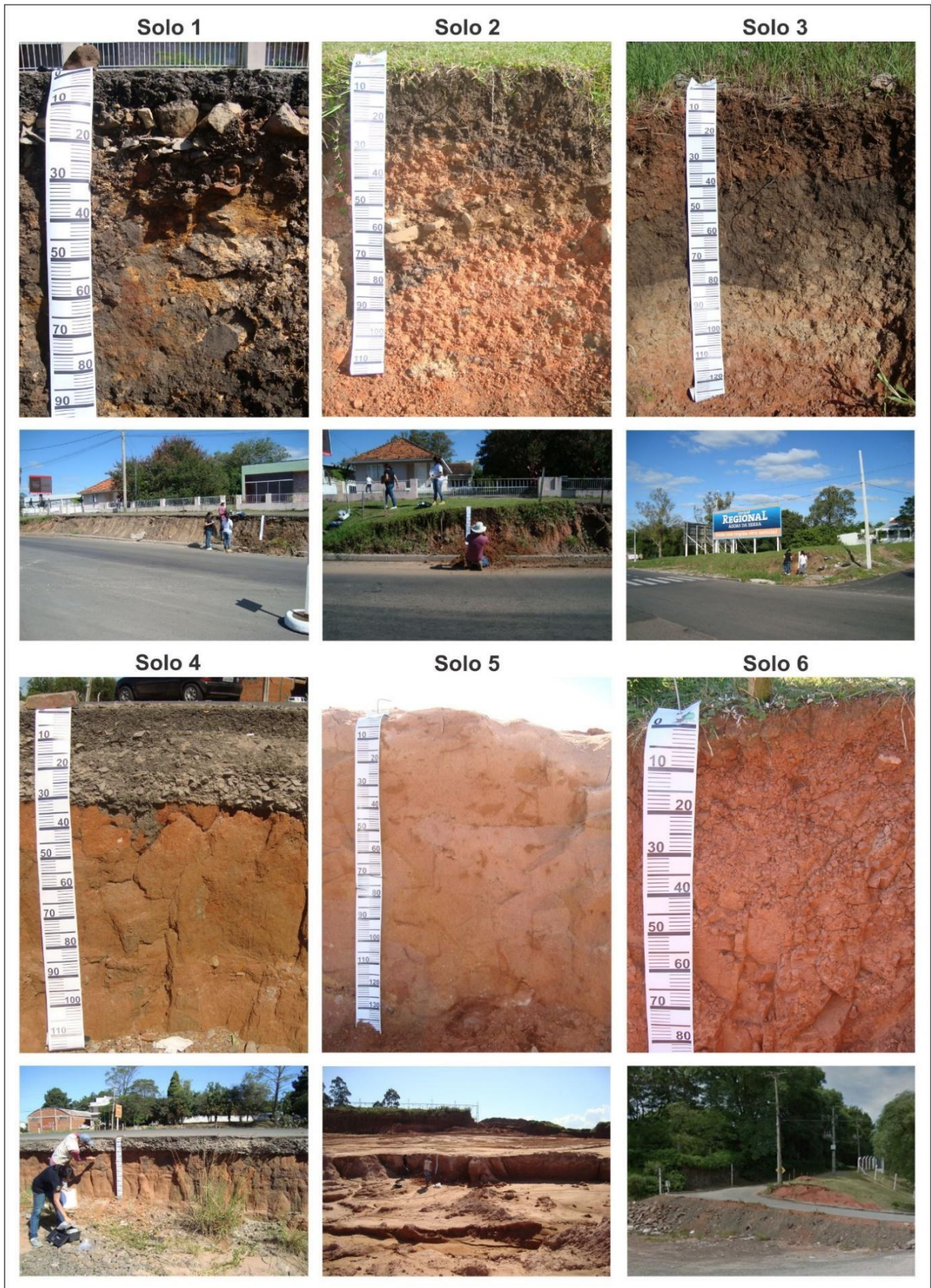
Por fim, as foram padronizadas ($x=0$; $s^2=1$) para utilização na ACP, da qual retirou-se as componentes principais (CP) com autovalores acima de 1,0 para rotação pelo método Varimax. Esse passo propiciou a identificação das variáveis de maiores pesos em cada CP bem como a proporção da variância de cada componente.

3. Resultados

Protocolo de caracterização de solos urbanos

Os 12 perfis de solos avaliados são apresentados na Figura 4 e na Figura 5.

Figura 4 - Perfis de solos e paisagens (1 a 6) descritos na área urbana de Santa Maria, RS



Fonte: (Autora).

Figura 5 - Perfis de solos e paisagens (7 a 12) descritos na área urbana de Santa Maria, RS.



Fonte: (Autora).

Ficou evidente que a maioria dos solos analisados perderam as características dos solos naturais da região. Os variados distúrbios gerados no ambiente pelas ações humanas estão expressos em diferentes propriedades, como a existência de camadas bem demarcadas nos perfis 3, 7, 10 e 12, nos quais há mudanças abruptas entre as cores de uma camada para outra.

Nota-se que a variabilidade morfológica dos solos ocorre em curta distância. O perfil 1 e o perfil 2, distantes 15 metros, são visivelmente diferentes. Além disso, as paisagens nas quais os solos estão inseridos indicam que há casos nos quais o acesso ao perfil de solo é dificultado pelo uso urbano da terra. A classe de uso urbano da terra que apresentou predominância foi a classe “construção urbana” (Perfis 1, 2, 3, 4, 6, 9 e 12). Foram também identificadas área de descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos (Perfis 7, 8, 10 e 11) e área de exploração de recursos naturais (Perfil 5). Não foram descritos perfis em área exclusiva de deposição de solo, área de agricultura urbana e área de preservação permanente.

Considerando os qualificadores morfológicos, dois perfis exibiram ao menos uma camada com característica Antropotóxic (Perfis 1 e 7); quatro exibiram ao menos uma camada Artefática (Perfis 3, 8, 9 e 12); dois exibiram ao menos uma camada Hiperartefática (7 e 11); dois exibiram ao menos uma camada Pedregosa (Perfis 1 e 2); quatro exibiram ao menos uma camada Dênsica (Perfis 1, 4, 5 e 6); dois exibiram ao menos uma camada de Resíduos (Perfis 2 e 7); dois exibiram ao menos uma camada Urbic (Perfis 7 e 10); dois exibiram ao menos uma camada Selada (Perfis 1, 4 e 9); nove exibiram características para o qualificador morfológico Não Selados (Perfis 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 e 12); dois exibiram ao menos uma camada Ekranic (1 e 4); um apresentou ao menos uma camada Gleit transportado (12); e sete exibiram ao menos uma camada Saprolitizado (1, 2, 5, 7, 8, 10, 11).

Apesar dos resultados indicarem a utilização de diversos dos qualificadores morfológicos do protocolo, não foram encontrados perfis de solos com características Subaquá, Osciláqua, Agroaquá, Archaic, Drenado, Flúvico transportado, Hístico, Irrágric, Línico, Terric e Garbic.

Os perfis estudados são exemplos das ações de adição e mistura de solo e de material antrópico, bem como ação de mobilização e decapitação do solo originário (

Tabela 5).

Tabela 5 - Condição morfológica dos 12 perfis analisados.

Condição do perfil de solo	Número do perfil
Perfil sem modificações significativas	5
Perfil com adição de material antrópicos e solo não originário do local	8; 10

Perfil de solo não originário do local (depositado)	6
Perfil de solo não originário do local (depositado) com materiais antrópicos	1; 2; 4; 12;7
Perfil de solo decapitado com adição de material antrópicos e solos não originário do local	3
Perfil mobilizado com adição de material antrópicos	11
Perfil de solo mobilizado com adição de material antrópicos e solo não originários local	9

Fonte: (Autora).

Foi verificada a predominância de perfis de solos formados a partir da deposição de solo não originário do local com adição de materiais antrópicos. Os aspectos morfológicos (número de camadas, cor, tipo de transição entre camadas, profundidade entre camadas, consistência molhada, estrutura e textura) indicaram uma ampla variação nos perfis de solos urbanos de Santa Maria (Tabela 6).

Tabela 6 - Aspectos morfológicos dos perfis de solo

Perfil	Camada	Cor úmida	Transição	Profundidade (cm)	Consistência Molhada	Estrutura	Textura
1	01	-	abr. e cl.	0-10	-	-	-
	02	5YR 6/2	abr. e cl.	10-25	-	-	-
	03	5YR 3/1	abr.	25-80	plt. e pgj.	mcç. e lmr.	agl.
	04	5YR 3/1	-	80-120 ⁺	plt. e pgj.	mcç. e lmr.	agl.
2	01	5YR 2.5/2	abr. e irr.	0-27	-	blc.angl. sbangl.	agl.
	02	10YR 3/6	abr. e irr.	27-45	plt. e pgj.	mcç.	agl.
	03	5YR 4/6	abr. e irr.	45-70	plt. e pgj.	mcç.	agl.
	04	5YR 4/6	-	70-120 ⁺	plt. e pgj.	mcç.	agl.
3	01	2,5YR 2,5/4	abr. e irr.	0-40	plt. e pgj.	blc.sbangl.	agl.
	02	2,5YR 3/2	grd. e pl.	40-75 (40-55)	plt. e pgj.	blc.angl. sbangl.	agl.
	03	2,5YR 3/2	grd. e pl.	55-80	plt. e pgj.	blc.angl.	agl.
	04	5YR 6/2	grd. e pl.	80-105	plt. e pgj.	mcç.	agl.
	05	2,5YR 5/6	-	105 ⁺	plt. e pgj.	mcç.	agl.
4	01	-	-	0-05	-	-	-
	02	-	-	05-30	-	-	-
	03	2,5YR 3/6	abr. e pl.	30-55	lig plt. e lig pgj.	mcç.	frc. agl.
	04	2,5YR 4/4	abr. e pl.	55-90	lig plt. e lig pgj.	mcç.	frc. agl.
	05	2,5YR 3/6	-	90-150 ⁺	lig plt. e lig pgj.	mcç.	frc. agl.
5	01	5YR 4/6	abr. e irr.	0-110	n plt. e lig pgj.	mcç.	arn.
	02	5YR 5/4	-	110 ⁺	n plt. e lig pgj.	mcç.	arn.
6	01	5YR 4/4	abr. e pl.	0-10	plt. e pgj.	blc. sbangl.	frc. agl.
	02	2YR 4/6	-	10-150	plt. e pgj.	mcç.	agl.
7	01	5YR 3/3	abr. e ond.	0-40	plt. e n pgj.	mcç.	mt. agl.
	02	mosaico	abr. e ond.	40-75	plt. e n pgj.	mcç.	mt. agl.
	03	mosaico	-	75-110	plt. e n pgj.	mcç.	mt. agl.
8	01	10YR 4/4	abr. e pl.	0-43	plt. e pgj.	blc.angl. sbangl.	agl.
	02	2,5YR 3/2	cl. e pl.	43-62	n plt. e n pgj.	blc.angl.	frc. arn.
	03	2,5YR 3/2	cl. e pl.	62-95	n plt. e n pgj.	blc.angl.	frc. arn.
	04	2,5YR 3/4	cl. e pl.	95-121	lig plt. e lig pgj.	blc.angl.	frc. agl.
	05	2,5YR 4/4	-	121-150 ⁺	lig plt. e lig pgj.	blc.angl. sbangl.	frc. agl.
9	01	5YR 2,5/2	abr. e pl.	0-15	lig plt. e lig pgj.	lmr e mcç	frc. agl.
	02	2,5YR 3/2	pl. e grd.	15-40	lig plt. e lig pgj.	blc.angl.	frc. agl.
	03	2,5YR 2,5/4	pl. e grd.	40-50	plt. e pgj.	blc.angl. sbangl.	frc. agl.
	04	2,5YR 2,5/4	pl. e grd.	50-62	plt. e pgj.	blc.angl.	frc. agl.
	05	2,5YR 2,5/4	pl. e grd.	62-80	plt. e pgj.	blc.angl.	frc. agl.
	06	2,5YR 2,5/4	pl. e grd.	80-105	plt. e pgj.	blc.angl.	frc. agl.
	07	2,5YR 2,5/4	-	105-130 ⁺	plt. e pgj.	blc.angl.	frc. agl.
10	01	7,5YR 3/4	abr. e pl.	0-24	plt. e pgj.	mcç.	frc. agl.
	02	10YR 4/1	abr. e pl.	24-36	lig plt. e lig pgj.	mcç.	frc. agl.
	03	10YR 2/1	abr. e pl.	36-64	plt. e pgj.	mcç.	frc. agl.

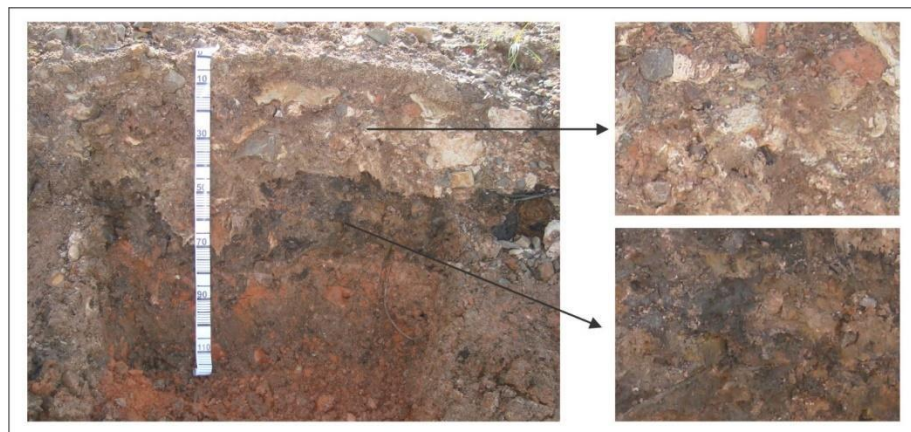
	04	5YR 3/4	abr.	64-77	plt. e pgj.	mcç.	frc. agl
	05	10YR 3/1	abr. e pl.	77-90	plt. e pgj.	mcç.	frc. agl
	06	7,5YR 5/3	irr. e cl.	90-105	plt. e pgj.	mcç.	frc. agl
	07	2,5YR 5/4	-	105-130	lig plt. e lig pgj.	mcç.	frc. agl
11	01	10YR 4/1	grd. e irr.	0-40	lig plt. e lig pgj.	blc. sbangl.	frc. agl
	02	10YR 4/1	-	40-150	lig plt. e lig pgj.	blc. sbangl.	frc. agl
12	01	2,5YR 3/1	abr. e pl.	0-20	plt. e pgj.	blc. sbangl. grnl.	agl.
	02	2,5YR 5/6	abr. e pl.	20-40	n plt. e n pgj.	grãos simples	arn.
	03	2,5YR 4/1	-	40-80 ⁺	plt. e pgj.	blc. Sbangl. grnl.	agl.

abr. – abrupta; pgj. – pegajosa; angl. – angulares; am. – arenoso; irr. – irregular; pl. – plana; ond. – ondulada; cl. – clara; plt. – plástica; lig plt. - ligeiramente plástica; lig pgj - ligeiramente pegajosa; mcç. – maciça; lmr. – laminar; grnl. – granular; sbangl. – subangulares; frc. agl - franco argiloso; agl. – argiloso; frc. am. - franco arenoso; mt. agl. - muito argiloso;

Fonte: (Autora).

A transição abrupta entre as camadas foi a predominante, considerando não apenas a cor como indicador, mas também a textura. Foram encontrados perfis, como o perfil 7, nos quais a deposição de solo e material antrópico dificultou a identificação da cor predominante da camada, condição que o protocolo indicou como mosaico de cores (Figura 6).

Figura 6 - Exemplo de mosaico de cores



Fonte: (Autora).

Os solos majoritariamente apresentaram textura argilosa, consistência molhada plástica e pegajosa e estrutura em blocos e maciça. Foi possível ainda a demarcação da profundidade efetiva nos perfis 3, 8 e 9. Nos demais perfis, a espessura média alcançada de 1,5 não foi suficiente para expor o material originário do local. As camadas de solos apresentam distintas composições que foram contabilizadas dentro da fração grosseira do solo (Tabela 7).

Tabela 7 - Distribuição granulométrica e materiais da fração grosseira

Perfil	Camada	Granulometria da fração fina (g/kg)	% fração grosseira	% dos materiais da fração grosseira
--------	--------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------------

	Areia	Argila	Silte			
P01	1	-	-	100	100 % asfalto depositado	
	2	792	69	139	95	96 % rochas pequenas; 4 % telha, tijolos, cerâmica, concreto
	3	176	339	485	49	92 % rochas pequenas; 8 % telha, tijolos, cerâmica, concreto
	4	155	393	453	45	100 % saprolito
P02	1	342	212	445	54	4 % rochas médias a grandes; 96 % rochas pequenas
	2	472	193	335	39	20 % rochas médias a grandes; 80 % rochas pequenas;
	3	657	112	231	84	68 % rochas médias a grandes; 24 % rochas pequenas; 7 % telha, tijolos, cerâmica, concreto; 1 % saprolito
	4	199	85	715	69	4 % rochas médias a grandes; 4 % rochas pequenas; 92 % mistura de saprolito com rochas pequenas;
P03	1	361	192	447	42	2 % plástico; 97 % rochas médias a grandes; 1 % raízes;
	2	191	287	522	39	100 % rochas pequenas
	3	41	568	390	62	100 % saprolito
	4	56	219	725	69	100 % saprolito
	5	92	125	783	74	100 % saprolito
P04	1	-	-	-	100	4 % rochas médias a grandes; 96 % mistura de asfalto com rochas
	2	-	-	-	100	98 % rochas médias a grandes; 2 % rochas pequenas
	3	612	245	142	1	96 % rochas pequenas; 4 % mistura de arenito com rochas pequenas
	4	565	274	161	1	73 % rochas pequenas; 1 % raízes; 26 % mistura de arenito com rochas pequenas
	5	601	239	161	2	87 % rochas pequenas; 13 % mistura de arenito com rochas pequenas
P05	1	669	143	188	1	100 % rochas pequenas
	2	692	128	180	3	100 % rochas pequenas
P06	1	196	133	671	35	1 % plástico; 1 % vidro; 98 % argilito
	2	64	89	847	89	100 % argilito
P07	1	339	307	354	54	1 % de raízes; 1 % carvão; 98 % mistura de saprolito com asfalto e rochas pequenas
	2	676	117	207	14	100 % rochas pequenas
	3	326	288	386	51	3 % de rochas médias a grandes; 1 % raízes; 20 % saprolito; 76 % mistura de saprolito com asfalto e rochas pequenas
P08	1	405	318	277	17	53 % rochas médias a grandes; 47 % rochas pequenas e raízes
	2	645	133	222	1	100 % rochas pequenas e raízes
	3	570	184	246	1	29 % vidro; 63 % rochas médias a grandes; 8 % raízes
	4	456	300	243	3	100 % rochas pequenas e raízes
	5	375	418	207	1	100 % rochas pequenas
P09	1	356	386	259	49	1 % de plástico; 17 % gesso; 25 % rochas médias a grandes; 1 % telha, tijolos, cerâmica, concreto; 1 % carvão; 55 % mistura de saprolito, rochas pequenas e raízes
	2	384	183	433	2	100 % rochas pequenas
	3	327	289	384	1	100 % mistura de fragmentos de isopor com raízes finas e pequenos pedaços de plástico
	4	306	314	380	1	100 % raízes e rochas pequenas
	5	261	400	339	1	100 % raízes e rochas pequenas
	6	219	442	339	1	100 % saprolito
	7	183	405	412	1	100 % saprolito
P10	1	465	212	324	6	6 % rochas pequenas; 5 % raízes; 89 % saprolito;
	2	603	281	117	2	7 % raízes; 93 % mistura de saprolito com rochas pequenas e raízes
	3	160	276	564	14	1 % raízes; 99 % mistura de saprolito com rocha e raros pedaços de plásticos
	4	458	195	347	29	56 % rochas médias a grandes; 13 % telha, tijolos, cerâmica; 31 % saprolito

	5	442	219	340	11	70 % rochas médias a grandes; 2 % raízes; 28 % mistura de saprolito com rochas pequenas e raízes
	6	600	230	170	5	100 % mistura de saprolito com rochas pequenas e raízes
	7	612	248	140	1	100 % mistura de saprolito com rochas pequenas e raízes
P11	1	507	187	306	28	11 % plástico; 1 % vidro; 1 % rochas médias a grandes; 87 % rochas pequenas
	2	502	197	301	65	12 % plástico; 1 % vidro; 27 % rochas médias a grandes; 3 % telha, tijolos, cerâmica, concreto; 3 % saprolito; 5 % tecido; 49 % mistura de saprolito com rochas pequenas
P12	1	398	338	264	1	88 % rochas pequenas; 12 % raízes;
	2	300	401	299	1	1 % raízes; 99 % rochas pequenas
	3	382	334	284	4	87 % rochas pequenas; 5 % telha, tijolos, cerâmica, concreto; 1 % raízes; 7 % material de aterro argiloso

Fonte: (Autora).

Vários perfis apresentaram materiais antrópicos depositados, material geológico alterado (saprolito), rochas em diversos tamanhos, madeira e raízes. Nos perfis de solo com materiais antrópicos, dos diversos tipos de resíduos observados, o plástico foi o mais abundante.

Caracterização química

Assim como as características morfológicas, os dados químicos evidenciaram heterogeneidade dentro dos solos (

Tabela 8).

Tabela 8 - Estatística descritiva.

Atributos do solo	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
H+Al ³⁺ (cmolc kg ⁻¹)	21,15	0,75	53,63	17,91
Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	1,20	0,01	4,04	1,28
Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,20	0,03	0,63	0,15
Na ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,31	0,15	0,49	0,139
K ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,22	0,07	0,63	0,13
Cu (mg kg ⁻¹)	0,27	0,02	2,4	0,365
Zn (mg kg ⁻¹)	1,13	0,10	21,83	3,28
Al ³⁺ (cmolc kg ⁻¹)	1,07	0,05	4,40	0,89
S (cmolc kg ⁻¹)	1,92	0,26	5,29	1,43
CTC	22,70	1,22	54,29	17,79
V %	22,49	1,04	76,68	24,59
Al %	77,51	23,32	98,96	24,59
C (%)	1,16	0,10	2,34	0,72
MO (g kg ⁻¹)	2,00	0,17	4,04	1,23
pH água	5,42	3,10	8,50	1,11
pH KCl	4,60	3,50	7,30	1,08

Fonte: (Autora).

O coeficiente de variação foi alto para todos os atributos. Entretanto, o zinco apresentou maior coeficiente de variação (289,66 %). Os valores de pH em água, variaram entre 3,1 e 8,5, porém, o coeficiente de variação encontrado foi de 20,40. Os valores de acidez potencial apresentaram uma grande variação (mínimo de 0,05 e máximo de 53,63 %) o que foi influenciado pelos valores de alumínio trocável, dado que também influenciou na capacidade de troca catiônica e soma de bases.

Em relação ao carbono, o valor mais alto encontrado está na camada 2 no perfil 11, o qual é um perfil de solo constituído a partir do revolvimento do solo e deposição de resíduos solo, e apresenta cobertura de gramínea. Nos demais, a tendência foi de valores maiores nas camadas superficiais.

Considerando os qualificadores físico-químicos e as análises químicas de laboratório, quatro perfis indicaram ao menos uma camada com característica Eutríca (Perfis 2; 3; 6 e 10), sete com ao menos uma camada Distrófica (Perfis 4; 7; 8; 9; 10; 11 e 12), e nove com ao menos uma camada Eutrófica (Perfis 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 9 e 10). Não foi identificado perfis com camadas Sódicas, Ácricas e Carbonáticas.

Caracterização física.

A Tabela 9 indica os resultados das análises físicas, mostrando que alguns atributos são muito variáveis.

Tabela 9 - Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão de dados físicos analisados.

Atributos do solo *	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
Areia (g kg ⁻¹)	399,07	41,46	792,03	164,69	41,27
Silte (g kg ⁻¹)	356,12	86,00	846,66	140,47	39,44
Argila (g kg ⁻¹)	244,88	69,01	568,44	81,23	33,17
Fração grosseira (g kg ⁻¹)	291,59	0,33	984,90	278,74	95,59
Ds (Mg m ⁻³) **	1,51	1,31	1,66	0,10	6,36
Ksat (cmh ⁻¹) **	26,41	13,34	67,76	19,00	71,95
Mip (m ³ m ⁻³) **	0,41	0,38	0,44	0,01	3,62
Map (m ³ m ⁻³) **	0,28	0,13	0,36	0,06	20,89
PT (m ³ m ⁻³) **	0,13	0,06	0,25	0,05	37,01
Dp (kg dm ⁻³) **	1,74	1,60	1,85	0,08	4,44
Resistência a penetração (kgf cm ⁻²) ***	392,17	78,25	873,91	230,29	58,72

*Determinações de acordo com Donagema (2011); ** Análises realizadas em amostras coletadas com anel volumétrico camada superficial dos perfis: 2, 5, 6, 8 e 13; ***Análise realizadas na camada superficial dos perfis 2, 3, 4, 5, 6 e 8.

Pelo coeficiente de variação (95,59 %) vê-se que a quantidade de fração grosseira foi muito ampla dentro dos perfis, assim como a condutividade hidráulica (Ksat) - 71,95; a porosidade total (PT) - 37,01, a resistência a penetração - 58,72 e a granulométrica (areia, silte e argila). Os dados de granulometria são complementados pelos dados apresentados na Tabela 7, sendo possível confirmar a variação da distribuição granulométrica ao longo dos perfis.

A natureza dos perfis impediu a coleta de amostra indeformada em diversos locais, por isso, a determinação da densidade do solo, condutividade hidráulica, microporosidade, macroporosidade, porosidade total só foi possível na camada superficial dos perfis 2, 5, 6, 8 e 13 e resistência a penetração na camada superficial dos perfis 2, 3, 4, 5, 6 e 8.

Considerando os qualificadores físico-químicos foram identificados três perfis com ao menos uma camada Arenosa (1; 3 e 6), onze com ao menos uma camada Franco (Perfis 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 e 12), três com ao menos uma camada Argilosa (Perfis 1; 3 e 9) e um com ao menos uma camada Muito Argilosa (Perfil 1). Não foram identificados perfis com camada Laxic:

Estatística multivariada

A Tabela 10 apresenta os dados da análise de componentes principais e indica dentro de cada componente as variáveis de maiores pesos.

Tabela 10 - Peso das variáveis nas cinco componentes principais (CP)

Variáveis	Componentes Principais rotacionadas			
	1	2	3	4
Alumínio	0.86			
Potássio			0.85	
pH.água	-0.67			
Acidez potencial	0.93			
Soma de bases				0.90
Capacidade de troca catiônica				0.92
Porcentagem de saturação por base	-0.77			
Saturação por Alumínio	0.76			
Carbono			0.76	
Zinco			0.76	
Areia total		-0.89		
Argila	0.75			
Silte		0.93		
Relação Silte/Argila		0.65		
Fração Grosseira				0.51
Autovalor	4.38	2.64	2.62	2.17
Proporção da variância	0.29	0.18	0.17	0.14
Proporção da variância acumulada	0.29	0.47	0.64	0.79

Fonte: (Autora).

Após a correlação dos dados por *spearman* foram retiradas as variáveis cálcio; magnésio; pH KCl, sódio e matéria orgânica por exibirem correlação com outras variáveis acima de 0,69 o que torna seus usos excessivos. O valor do teste Kaiser, Meyer, Olkin (KMO) foi de 0,68. Individualmente, valores inferiores a 0,59 do cobre, areia grossa, areia média e areia fina, indicaram a possibilidade de retirada dessas variáveis.

O teste de Bartlett foi de $P < 0,0001$ indicando a pertinência de uma análise de componentes principais (ACP). Com dados padronizados, a ACP gerou 15 componentes principais (CP), sendo que apenas quatro autovalores foram superiores a 1,0. Conjuntamente, as 4 primeiras CPs explicam 79 % da variância total, sendo possível identificar em cada uma delas aquelas variáveis com peso maior de 0,5 consideradas de maior poder explicativo (Tabela 10). Das 23 variáveis iniciais aquelas indicadas ao final com poder explicativo foram alumínio, potássio, pH água, pH KCl, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, porcentagem de saturação por bases, saturação por alumínio, carbono, zinco, areia total, argila, silte, relação silte/argila e a fração grosseira.

4. Discussões

Os perfis de solos urbanos analisados (Figura 4 e Figura 5) como consequência da adição de materiais no ambiente, e ações de revolvimento, cortes e deposição de solos não originários do local, apresentaram características muito variadas, assim como encontrado em diversos outros trabalhos sobre o tema (GORBOV, 2016; SÉRÉ et al., 2010; SHARMA, 2015), reforçando a percepção da heterogeneidade dos solos do meio urbano. Assim como Hagan et al. (2012), o acesso aos solos urbanos também foi dificultado nessa pesquisa pela existência de contínuas edificações e malha viária. Assim, a seleção dos locais para descrição dos solos foi dependente da acessibilidade direta ao perfil em cortes de terreno (Perfis 1, 2, 4, 5, 6, 8 e 9) ou em locais abertos de deposição (3, 7 e 11), as exceções foram os perfis 10 e 12 que foram expostos por abertura de trincheiras.

Considerando todos os perfis de solos descritos, é notável a grande variabilidade do número de camadas e espessura dessas camadas, ocorrendo limites muito bem demarcados entre elas, como nos perfis 3, 7, 10 e 12 (Figura 4 e Figura 5). A variabilidade do número e da espessura das camadas, também é citada para Simón et al. (2018) que sugerem como necessária uma reavaliação no sistema de classificação da WBR para caracterizar esse aspecto

dos solos. A indicação da pesquisa, da utilização de qualificadores morfológicos e físico-químicos para descrição de camadas, independentemente de quantas, mostrou-se capaz de auxiliar nas especificações dos perfis.

Os resultados do trabalhado mostraram que a descrição do perfil considerando a espessura efetiva do material modificado, apesar de ser uma observação em alguns casos de difícil acesso, agrega à discussão sobre a relação entre solo modificado e o substrato natural (solo ou rocha). Essa dificuldade em demarcar o limite inferior do perfil de solo urbano pode ser explicada pelo fato das ações antrópicas gerarem perfis alterados muito profundos decorrentes dos usos urbanos da terra ao longo do tempo (JOIMEL et al., 2016). No estudo em Santa Maria foi possível identificar esse limite em apenas 3 dos 12 perfis. Nos perfis 3 (Figura 4), 8 (Figura 5) e 9 (Figura 5), a espessura efetiva do solo alterado foi respectivamente de 55 cm, 43 cm e 15 cm.

Apesar de os três perfis citados estarem sobre material derivado de rocha sedimentar, as interações substrato e solo modificado são distintas devido a constituição desses solos. Considerando conjuntamente a espessura efetiva dos perfis e sua composição, observou-se que não há uma correspondência direta entre a espessura do perfil e a diversidade e quantidade de materiais antrópicos. A maior distinção de materiais antrópicos foi no perfil 9, onde é encontrado gesso, cerâmica, tijolo, telha e plástico, ao passo que o perfil 3, de maior espessura, há exclusiva presença de plástico (Tabela 7). A dificuldade de identificar a espessura de solo alterado atrapalha a análise da propensão da área a certas fragilidades ambientais, como contaminação e erosão. Refugos de construções depositados no solo influenciam de acordo com Morel et al. (2005) nas características químicas e físicas desses solos.

Nos locais onde houve a necessidade de nivelar a área para obras, tal qual no perfil 1 (Figura 4) ou cuja topografia original é acidentada, como no perfil 11 (Figura 5), ocorre a formação de perfis de solos urbanos com características desiguais dentro de um espaço pequeno. Dessa forma, percebe-se que há dificuldade para o trabalho de descrição de solos urbanos em encontrar um perfil representativo da área. Entende-se desse modo, que o perfil representativo de solos urbanos de uma área é aquele que consegue expor o material original e que possibilite a percepção das principais características do solo do local, como os materiais antrópicos predominantes, a identificação dos tipos de solos que tenham sido depositados no ambiente e permita a exposição de um número representativo de camadas.

Em campo, percebeu-se que atributos utilizados em solos naturais são igualmente importantes para solos urbanos, entretanto, a funcionalidade de alguns é alterada, como a

determinação da cor. Por vezes, a cor do solo foi de difícil descrição pela caderneta de Munsell devido à grande mistura de materiais, como no caso da camada 1 do perfil 7 (Figura 5). Essa situação dificulta a determinação da cor predominante, criando a condição de mosaico de cores existente no protocolo testado (Figura 3). Partindo do conhecimento da existência da impossibilidade de identificar a preponderância de uma cor dentro da matriz em alguns solos urbanos, a pesquisa indicou a possibilidade de adicionar um qualificador morfológico dentro do protocolo, trata-se do qualificador “mosaico de cores”.

Pelo qualificador morfológico “mosaico de cores” entende-se como aplicável no caso de: perfil com a presença de uma ou mais camada com três ou mais cores sem predominância de nenhuma delas. Em ambientes de baixa perturbação, a cor, dentre outras utilidades, é um indicativo dos processos pedogenéticos que ocorrem na área (CAMPOS et al., (2003), oferecendo indícios sobre o material de origem do solo (FERNANDEZ; SCHULZE, 1992). Já em solos urbanos, onde muitas vezes os processos pedogenéticos não tiveram tempo de atuação sobre material depositado ou revolvido (ROKIA et al., 2014) e a origem dos materiais e solos são variáveis, as cores indicam diferenças deposicionais, tanto do tempo do depósito como dos materiais que os constituem (HUOT et al., 2015; OBOUR et al., 2017).

Grandes mudanças de estrutura e de textura de uma camada para outra foram encontradas, situação já bem descrita e discutida por Hiller (2000). As descrições em campo indicaram que mudanças abruptas de estrutura e estrutura também são comuns entre os diversos pacotes de materiais que podem constituir uma camada, como na camada 4 do perfil 10 (Figura 5). Sendo assim, é indicado caracterizar essas especificidades dentro dos perfis de solos urbanos. A observação da falta de estrutura dos solos, indicada no protocolo pelo termo estrutura maciça e encontrada nos perfis 4, 6 e 10 (Tabela 6) é uma característica reconhecida como comum nos solos urbanos (HILLER, 2000; LEFORT et al., 2006) e assim como o reconhecimento de mudança abrupta de textura e estrutura, mostrou-se imprescindível de percepção, pois afeta os processos físico-químicos do solo, uma vez que altera a circulação de água e gases no meio (MOREL; DE KIMPE, 1998).

A pesquisa apontou uma característica importante a ser considerada nos solos urbanos e que afeta a descrição da textura e consistência em campo. Para a definição de textura e consistência é necessário o manuseio direto solo. Pela conhecida variabilidade na composição nos solos urbanos citada em diversos trabalhos, como em Greinert e Kostecki, (2017), e pela experiência empírica da pesquisa, essas análises sensoriais podem ser prejudicadas em campo pela existência dos materiais de origem antrópica e por potencialmente colocar o responsável em contato com objetos cortante, contaminados ou tóxicos. Sendo assim, a necessidade de

determinação da textura e consistência do solo deve ser muito bem ponderada. Importante ressaltar que a análise granulométrica tem a capacidade de oferecer o percentual dos componentes da fração terra fina, substituindo desse modo a textura em campo, possibilitando ainda a identificação de qualificadores físico-químicos.

Nos solos analisados, assim como em Vasenev et al. (2012) foi encontrada uma variabilidade do conteúdo de carbono orgânico, o que pode estar associada à diversificação do uso urbano da terra e ao tempo de urbanização. A informação sobre o conteúdo de carbono orgânico foi apontada pela análise estatística multivariada (Tabela 10) como importante para explicar a variabilidade dos 12 perfis de solos considerados. Desse modo, é sugestivo que o conteúdo de carbono orgânico se torne um qualificador físico-químico, porém, é fundamental o avanço no conhecimento sobre o conteúdo de carbono orgânico em solos urbanos para que essa ideia seja efetivada.

Sabe-se que os valores de carbono orgânico e conseqüentemente de matéria orgânica, dentro dos perfis de solos urbanos são destoantes (POUYAT et al., 2002). Entretanto, não há um consenso sobre valores de referências. Somente a partir desse conhecimento será possível indicar o melhor qualificador físico-químico relacionado ao conteúdo de carbono orgânico. Essa necessidade de considerar o carbono orgânico é reforçada por Scharenbroch et al. (2005), pois, segundo os autores carbono orgânico e matéria orgânica são importantes em ambientes urbanos por influenciarem na capacidade e velocidade de formação de agregados que tenham sido desestruturados pela ação humana.

A utilização dos qualificadores mostrou que perfis de solos urbanos apesar de possuírem o mesmo modo de formação (deposição, revolvimento e/ou adição) podem apresentar especificidades. Áreas de deposição espacialmente próximas (Figura 2), como os perfis 1 e 2 (

Tabela 5), apesar de compartilharem semelhanças (ambos são Pedregosos, Saprolitizados e possuem ao menos uma camada Eutrófica) contêm importantes diferenças. O perfil 1 tem características Antropotóxic, Dênsica, Selada, Ekranic, Arenosa, Argilosa e Muito argilosa enquanto que o perfil 2 tem característica de Resíduos, Não Selada, Eutrica e Franca. Ou seja, a interação desses perfis com o ambiente ocorre de modo diferenciado.

A fração grosseira apontada como variável de alto peso na análise estatística (Tabela 4) e a especificação dos materiais antrópicos mostrou um grande poder explicativo dos valores das análises químicas e físicas. Esse é o caso do perfil 11 que contém variados materiais de origem antrópica (Tabela 7) na fração grosseira (28 % na camada 1 e 65 % na camada 2) com potencial de contaminação ambiental e é composto por camadas descritas pelo

qualificador Franco. Solo arenoso ou de textura média aumentam a propensão da área à contaminação, uma vez que facilitam a condutividade hidráulica e a percolação de contaminante (BASSO; KIANG, 2017), podendo alcançar pontos de recargas de aquíferos do local. O perfil 11 (Figura 5), localizado na antiga área no antigo lixão da Caturrita, possui alta propensão à contaminação subsuperficial devido ao material de origem (GOMES et al., 2012), apresenta nascentes e é um ponto de recarga de aquífero (SAMUEL-ROSA et al., 2012).

Materiais antrópicos presentes no solo influenciam nas características químicas dos solos urbanos (MOREL; DE KIMPE, 1998). A análise química de cálcio, magnésio, alumínio, acidez potencial, sódio, potássio, cobre e zinco mostrou como esses elementos apresentam concentrações variadas nos solos de acordo com os elementos antrópicos presentes (

Tabela 8). Ambientes de deposição de resíduos foram os que apresentam os valores mais elevados para zinco e cobre. O conteúdo de cobre indicou valores relativamente baixos ($<0,8 \text{ mg kg}^{-1}$), porém há a exceção da camada 3 do perfil 2 onde o valor foi muito acima dos demais solos amostrados ($2,4 \text{ mg kg}^{-1}$). Esse valor pode ser explicado pela proximidade de rodovias de intenso tráfego, assim como foi sugerido por Gaberšek e Gasar (2017).

A análise do perfil 9 indicou na camada 1 valor de $21,83 \text{ mg kg}^{-1}$ de zinco enquanto que nas demais amostras de solo os valores predominantes foram abaixo de $0,9 \text{ mg kg}^{-1}$. Em estudos sobre solos urbanos (EL KHALIL et al., 2008; GALITSKOVA e MURZAYEVA, 2016; FOTI et al., 2017), assim como no estudo apresentado, foram encontrados maiores valores de zinco em ambientes de depósito de lixo. Para Mamedes (2017) a presença de zinco nos solos urbanos está associada principalmente à presença de ligas metálicas, tintas e papéis. Segundo Madrid et al. (2002), o zinco, cobre e chumbo são os poluentes inorgânicos mais comuns nos solos urbanos. O conteúdo desses elementos no solo também é influenciado sua associação com vários fatores do solo, como o pH, o conteúdo de matéria orgânica e o conteúdo de carbonato de cálcio (RIEUMONT, 2013).

De acordo com Waterlot et al. (2016) outra análise afetada pelos materiais antrópicos é o pH do solo. Os valores de pH em água, variaram entre 3,1 e 8,5 (

Tabela 8) mas apesar da ampla variação, foi observada maior frequência dos valores de 5,3 para pH em água e 3,8, para pH em KCl. O Perfil 10, como consequência da variedade de componentes na fração grosseira, apresentou elevada amplitude de resultado dentre suas camadas. A terceira camada (36-64 cm) tem valor de 5,2 para pH em água, enquanto que na subsequente (64-77 cm), composta por uma mistura de material que inclui tijolos e cerâmica (Tabela 7) o pH é de 7,8.

Os resultados de pH foram diferentes das médias entre 7 e 8 apontadas por Puskás e Farsang (2009) como comuns para solos urbanos que tenham recebido deposição de material de construção rico em carbonatos. Essa diferença pode ser decorrente da quantidade de escombros de construção civil existente no solo (LASSO et al., 2013). Outra explicação é o tempo de deposição dos materiais. Em jovens deposições os materiais antrópicos e o solo podem não apresentarem interação suficientemente para alterações químicas significativas (WISEMAN et al., 2015).

Outra heterogeneidade foi em relação a distribuição granulometria dentro dos perfis, o que afeta do mesmo modo que textura e estrutura, a circulação vertical e horizontal de gases e líquidos ao longo do perfil (SCALENGHE et al., 2008). Do mais, a variação do tamanho das partículas do solo, pode gerar um ambiente inóspito para a penetração de raízes, pois de acordo com Costa et al. (2012) a possibilidade de desenvolvimento das raízes é influenciada pela qualidade física do solo, já que sem espaço poroso para movimentação de água e gases, o solo torna-se inóspito ao desenvolvimento de vegetação. Considerando obras de engenharia, solos com abruptas mudanças na granulometria de uma camada para outra podem ser de difícil inserção em projetos. Quando utilizados, é preciso considerar as características dessas camadas de modo a evitar situações de abatimento do terreno pelo peso da construção diante das diferenças características dos solos (PEREIRA et al., 2004).

Se amostras para caracterização granulométrica foram de fácil aquisição, o mesmo não se aplicou às análises dependentes de amostras indeformadas, como condutividade hidráulica, micro e macro porosidade e densidade. As condições do terreno influenciaram na possibilidade de retirada de material. Superfícies seladas, como as recobertas com asfalto, como no perfil 1 (Figura 4) ou as que continham muita pedregosidade como no perfil 9 (Figura 5), tornaram a coleta dificultosa ou inviável.

A compactação e a variação granulométrica influenciam nos serviços e funções dos solos (OBOUR et al., 2017; RABOT et al., 2018). Se o predomínio de grãos maiores (areia) aumenta a conectividade dos poros e conseqüentemente a condutividade hidráulica, alta porcentagem de frações finas (silte e argila) diminui essa propriedade (HOWARD; ORLICKI, 2016). Comparando os resultados da análise granulométrica com os dados obtidos com amostras indeformadas, vê-se que solos com elevada densidade aparente e baixa condutividade hidráulica, como o perfil 7 (D_s de $1,53 \text{ Mg m}^{-3}$ e K_{sat} de $17,5 \text{ cmh}^{-1}$) são os que apresentam considerável teor de argila e estão em locais de deposição de resíduos. Para Scharenbroch et al. (2005) essa característica é corroborada pela redução da atividade

biológica e baixo conteúdo de matéria orgânica, assim como o perfil 7 (0,69 %), além potencialmente terem sofrido recente compactação.

De modo sucinto, Randrup (1997) cita que em locais construídos, a compactação pode ser apreendida como decorrente de processos tanto deliberados como não intencionais que o ambiente tenha sofrido. A compactação foi indicada por Jangorzo et al. (2013) com parâmetro fundamental no monitoramento da evolução da porosidade de Technosols, assim como o número absoluto de poros, área de superfície, índice de conectividade e fator de forma dos poros. Com isso, para os autores referenciados é imprescindível que os estudos façam uso de análise de imagens obtidas de lâminas de solo.

Considerando os resultados de condutividade hidráulica e resistência à penetração nos solos descritos, de fato, compreender a arquitetura do sistema de poros poderia explicar detalhadamente as implicações das variações físicas dos solos. Estudos utilizando a técnica micromorfológica em solos alterados, como em Howard e Orlicki (2016), Zanuzzi et al. (2009) mostraram bons resultados para compreensão do comportamento dos solos. Entretanto, esse tipo de análise como técnica de rotina não é viável devido a seu custo, por isso essa análise não foi incluída no protocolo.

A utilização de um penetrômetro de impacto modelo Stolf para estimativa da resistência à penetração mostrou-se eficiente, pois é de fácil manipulação em campo, o que possibilita sua utilização em terrenos com presença de material antrópico em quantidade moderada. Os resultados mostram que há variação da resistência à penetração entre os solos urbanos de Santa Maria na camada superficial dos perfis, situação que segundo Costa et al. (2012) pode indicar compactação mecânica do terreno. De acordo com Silva Imhoff e Tormena (2000) valores mais altos de resistência a penetração estão associados à altos valores de densidade do solo e baixa condutividade hidráulica, como isso, a pesquisa indica que em solos urbanos quando houver o impedimento da coleta de material indeformado, a determinação da resistência a penetração auxilia a compreender o comportamento do perfil de solo.

A única fragilidade que o estudo indicou sobre a determinação da resistência à penetração seguindo o método existente no protocolo foi no número de repetições. Seguindo o protocolo a resistência à penetração foi tomada em três repetições por local, porém, esse número pode ser aumentado para cinco, assim o responsável pela análise conseguirá determinar melhor o comportamento médio do solo urbano. A partir dos resultados de condutividade hidráulica, micro e macro porosidade, e densidade do solo (Tabela 9) o número

de amostras indeformadas coletadas pode ser aumentado de 3 anéis para 5 anéis com a mesma finalidade do aumento do número de repetições para a análise de resistência à penetração.

Considerando os resultados obtidos com o uso do protocolo testado, percebeu-se que ele pode ser alterado (Figura 7). É interessante considerar maior quantidade de repetições do teste de resistência à penetração, maior quantidade de amostras indeformadas coletadas com anéis volumétricos, a inserção do mosaico de cores como um qualificador morfológico e descrição mais detalhada da estrutura e consistência.

5. Conclusões

Atributos diagnósticos utilizados amplamente para solos naturais são fundamentais para caracterização de solos urbanos. Os qualificadores morfológicos e os qualificadores físico-químicos testados possibilitaram a compreensão das características do perfil de forma integrada com o meio. Assim, o protocolo de campo utilizado mostrou-se adequado ao seu propósito. Apesar do êxito, o protocolo mostrou-se aberto a contribuições.

O trabalho mostrou potencial de contribuir para o avanço nos estudos sobre solos urbanos e mesmo de outros ambientes fortemente alterados pela ação antrópica. É possível inferir que a utilização de qualificadores, pode futuramente ser considerada como opção para descrever os solos dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Figura 7 - Protocolo para caracterização de solos urbanos alterados

DESCRIÇÃO DE SOLO URBANOS						
Caracterização geral do ambiente de descrição e coleta						
Data:	Declividade:	Resistência a penetração				
Perfil Nº:	Relevo:	Profundidade	1°	2°	3°	4° 5°
Descrito por:	Solo natural da área	10 cm				
Drenagem:		20 cm				
Localização:	Coordenadas:					
Caracterização morfológica geral do perfil					Uso urbano da terra*	
Perfil de solo natural					Agricultura urbana	
Formado pela deposição de solo não originário do local					Construção urbana	
Formado pela deposição de solo e materiais antrópicos diversos					Descarte de resíduos	
Solo decapitado					Preservação permanente	
Solo decapitado com adição de solo não originário do local;					Expl. de recursos naturais	
Solo decapitado com adição de materiais antrópicos diversos					Área de deposição de solo	
Solo decapitado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos					* Detalhe	
Solo mobilizado						
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local						
Solo mobilizado com adição de materiais antrópicos diversos						
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos						
Qualificadores morfológicos						
Subaquia	Artefático	Garbic	Línic	Urbic		
Oscilaqua	Dênsico	Glei transportado	Mosaico de cores	Saprolitizado		
Antropotóxic	Drenado	Hístic	Pedregoso	Selado		
Agroaquia	Ekranic	Hiperartefático	Resíduos	Não selado		
Archaic	Flúvico transportado	Irrágic	Térric			
Qualificadores Físico-químicos						
Ácrico	Eutríco	Arenoso	Muito argiloso			
Carbonático	Eutrófico	Franco	Laxic			
Distrófico	Sódico	Argiloso				
Quadro individual para cada camada						
Possibilidade de descrição e coleta? () Sim () Não () Mosaico sem padrão definido						
Camada:	Profundidade (cm):	Raiz () Sim () Não		Porosidade - Poros visíveis () Sim () Não		
Cor úmida: () mosaico de cores		Manchas/Mosqueados () Sim () Não Cor úmida:				
Transição entre camadas		Quantidade: () Pouco () Comum () Abundante				
Grau: () Abrupta () Clara () Gradual () Difusa		Tamanho: () Pequeno () Médio () Grande				
Forma: () Plana () Ondulada () Irregular () Descontínua		Número dos anéis:				
Estrutura () Colunar () Blocos Angulares () Blocos Sub. Angulares () Granular () Maciça						
Grau desenvolvimento () Não coerente () Coerente () Fraco () Moderado () Forte						
Tamanho () Extremamente Grande () Muito Grande () Grande () Média () Pequena () Muito Pequena						
Textura: () Arenosa () Argilosa () Muito argilosa () Silty () Franco						
Fração Grosseira () Sim () Não			Tipo () Cascalho () Calhau () Matação			
Forma () Arestado () Ligeiramente Arestado () Desarestado () Arredondado () Rolado (seixos)						
Consistência:						
<i>Seca</i>						
() Solta () Macia () Ligeiramente dura () Dura () Muito Dura () Extremamente dura						
<i>Úmida</i>						
() Solta () Muito Friável () Friável () Firme () Muito Firme () Extremamente firme						
<i>Molhada</i>						
Plasticidade: () Não plástica () Ligeiramente Plástica () Plástica () Muito Plástica						
Pegajosidade: () Não pegajosa () Ligeiramente Pegajosa () Pegajosa () Muito pegajosa						
Material antrópico						
Material	%	Material	%	Material	%	* Outros
() Gesso		() Vidro		() Borracha		() Madeira
() Tecido		() Concreto		() Alumínio		() Asfalto
() Papel		() Plástico		() Tijolo		
() Cerâmica		() Isopor		() Metal		
OBS:						

Fonte: (Autora).

Referências

- ABREU JUNIOR, C. H. et al. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo.**, v.24, n.3, p.635-647, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-0683200000300016>. Acesso em 26 jan. 2018. DOI: 10.1590/S0100-06832000000300016
- ADDERLEY, W. P.; SIMPSON, I., A.; DAVIDSON, D., A. Colour description and quantification in mosaic images of soil thin sections. **Geoderma**, v. 108, n. 3-4, p. 181–195, Aug. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706102001234>>. Acesso em: 22 dez. 2017. DOI: 10.1016/S0016-7061(02)00123-4.
- ALVES, R. I. S. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados em água superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Rev. Ambient. Água.**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 122-132, 2010. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/286/pdf_360>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.4136/ambi-agua.157.
- AMUNDSON, R.; JENNY, H. The place of humans in the state factor theory of ecosystems and their soils. **Soil Science**, v. 151, p. 99-109, Jan. 1991. DOI: 10.1097/00010694-199101000-00012.
- ARAÚJO, V. M. C. et al. Avaliação ambiental da utilização de solo contaminado por derivados de petróleo (SCDP) em misturas asfálticas. **Transportes**, v. 24, n. 2, p. 77-87, 2016. DOI: 10.14295/transportes.v24i2.961.
- BASSO, J. B.; KIANG, C. H. Retardamento e dispersão hidrodinâmica de cobre, potássio e cloreto em solos residuais do subgrupo Itararé no estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 1, p. 117-133, 2017. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/28638/18692>>. Acesso em: 26 jan. 2018. DOI: dx.doi.org/10.14295/ras.v31i1.28638
- BLUME, H. P. Classification of soils in urban agglomerations. **Catena**, v. 16, n. 3, p. 269-275, June 1989. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0341816289900131>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: doi.org/10.1016/0341-8162(89)90013-1.

BOEKHOUT, F. et al. The formation of technic soil in a revegetated uranium ore waste rock pile (Limousin, France). In: EGU General Assembly, 2014, Austria. **Anais...** Austria: v. 16, may., 2014. Disponível em: <<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014EGUGA.16.5295B>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

BROSKA, C. Z. et al. Chumbo em solos às margens de estradas na região metropolitana de Curitiba. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 47-53, jan./mar. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10424>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; MaCCRACKEN, R. J. **Soil genesis and classification**. Ames. Iowa State University Press: 1973. 360 p.

BUONDONNO, A. et al. Pedotechnologies for the Environmental Reclamation of limestone quarries. A protocol proposal. **Land Use Policy.**, v. 71, p. 230–244, Feb. 2018 (no prelo). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837716303143>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.12.002.

BURGHARDT, W.; MOREL, J. L.; ZHANG, G. L. Development of the soil research about urban, industrial, traffic, mining and military areas (SUITMA). **Soil Science and Plant Nutrition.**, v. 61, p. 3-21, June 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00380768.2015.1046136>> Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: doi.org/10.1080/00380768.2015.1046136.

CAMPOS, C. E. B. et al. Indicadores de campo para solos hidromórficos na região de Viçosa (MG). **Rev. Bras. Ciênc. Solo.**, Viçosa, v. 27, n. 6, nov./dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000600010>. Acesso em 28 jan. 2018. DOI: 10.1590/S0100-06832003000600010.

CHARZYŃSKI, P.; HULISZ, P.; BEDNAREK, R. **Technogenic Soils of Poland**. Polish Society of Soil Science. Toruń: 2013. 357 p. Disponível em: <<http://www.suitma7.umk.pl/pliki/Technogenic-soils-of-Poland.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

CHEN, Y. et al. Influence of urban land development and subsequent soil rehabilitation on soil aggregates, carbon, and hydraulic conductivity. **Science of the Total Environment.**, v. 494 - 495, n. 2, p. 329–336, Oct. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714009723>>. Acesso em: 20/01/2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.06.099.

COSTA, M. A. T. et al. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo.**, Viçosa, v. 36, p. 993 - 1004, jun. 2012. ISSN 0100-0683.

CRAUL, P. J. A description of urban soils and their desired characteristics. In: Annual conference of the International Society of Arboriculture, Aug. 1985, Milwaukee. **Anais...** Milwaukee: p. 11, Nov. 1985.

CRAUL, P. J. **Urban soil in landscape design**. John Wiley. New York: 1992. 416 p.

CRAUL, P. J. **Urban soils**: Applications and practices. John Wiley. New York: 1999. 366 p.

CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos**: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: Embrapa Florestas: 2004. 49 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/311308/antropossolos-proposta-de-ordem-1-aproximacao>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

DAZZI, C.; LO PAPA, G. Taxonomic and environmental implication of pedotechnique in large scale farming. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 4, n. 2, p. 137-141, june 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633915301222>>. Acesso em: 10.1016/j.iswcr.2016.01.001.

DIAS, M. A. **Antropossolos**: enquadramento taxonômico e implicações ambientais. 2017. 107 p. Dissertação (Curso de Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017

DONAGEMA, G. K. et al. (Ed.). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990374/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

DROR, I.; YARON, B; BERKOWITZ, B. Microchemical contaminants as forming agents of anthropogenic soils. **Ambio.**, v. 46, n. 1, p. 109-120, 2017. DOI: 10.1007/s13280-016-0804-7. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27344323>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1007/s13280-016-0804-7.

DUDAL, R.; NACHTERGAELE, F.; PURNELL, M. The human factor of soil formation. In: 17th World Congress of Soil Science, 2002, Bangkok. **Anais...** Bangkok: v. 2, p. 721, 2002. Disponível em: <http://www.iuss.org/index.php?article_id=27>. Acesso em: 24 dez. 2017.

DUDAL, R. The Sixth Factor of Soil Formation. In: International Conference on Soil Classification, 2004, Petrozavodsk/Russia. **Anais...** Petrozavodsk/Russia: p. 3-5, 2004.

ECHEVARRIA, G.; MOREL, J. L. **Technosols of mining areas**. In: Tópicos em Ciência do Solo IX. NASCIMENTO, C. W. A do. et al (Org). 1. ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 2015. cap. 3, p. 92-111.

SANTOS et al., (Ed). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed (rev. ampl.). Rio de Janeiro, RJ: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): 2013. 353 p.

EL KHALIL, H. et al. Heavy metal contamination from mining sites in South Morocco: monitoring metal content and toxicity of soil runoff and groundwater. **Environ. Monit. Assess.**, v. 136, n. 1, p.147-160, Jan. 2008a. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10661-007-9671-9.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1007/s10661-007-9671-9.

EL KHALIL, H. et al. Contribution of Technic Materials to the Mobile Fraction of Metals in Urban Soils in Marrakech (Morocco). **J. Soils Sediment.**, v. 8, n. 1, p. 17-22, Feb. 2008b. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1065/jss2008.01.269>> Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1065/jss2008.01.269.

EL KHALIL, H. et al. Distribution of major elements and trace metals as indicators of technosolisation of urban and suburban soils. **J Soils Sediments.**, v. 13, n. 3, p. 519-530, Mar. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-012-0594-x>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1007/s11368-012-0594-x.

ESPÍNDOLA, C. R. Material de origem do solo. **Revista do Instituto Geológico, São Paulo**, v. 38, n. 1, p. 59-70, 2017. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/articloe/viewFile/11713/11252>>. Acesso em: 24 dez. 2017. DOI: 10.5935/0100-929X.20170005.

FANNING, D. J.; FANNING, M. C. B. **Soil: morphology, genesis and classification**. John Wiley & Sons, New York: 1989. 395 p.

FAO. **Soil Map of the World**. Revised Legend. Rome: FAO, 1994.

FELLER, C. et al. Case studies of soil in art. **Soil Journal**, v. 1, p. 543-559, 2015. Disponível em: <<https://www.soil-journal.net/1/543/2015/soil-1-543-2015.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.5194/soil-1-543-2015.

FERNANDEZ, R. N.; SCHULZE, D. G. Munsell Colors of Soils Simulated by Mixtures of Goethite and Hematite with Kaolinite. **Zeitschrift. Pflanzenernähr Bodenk.**, v. 155, p. 473 - 478, 1992. DOI: 10.1002/jpln.19921550520.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. Londres: Sage, 2005. Disponível em: <<http://www.soc.univ.kiev.ua/sites/default/files/library/elopen/andy-field-discovering-statistics-using-spss-third-edition-20091.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

FOTI, L. et al. Trace element concentrations along a gradient of urban pressure in forest and lawn soils of the Paris region (France). **Sci Total Environ.**, v. 598, p. 938-948, Apr. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28468120>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.111.

GABERŠEK, M.; GOSAR, M. Geochemistry of urban soil in the industrial town of Maribor, Slovenia. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 1, p. 2-40, June 2017. DOI: 10.1016/j.geoxplo.2017.06.001.

GALITSKOVA, Y. M.; MURZAYEVA, A. I. Urban soil contamination. **Procedia Engineering.**, v. 153, p. 162-166, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816322445>>. Acesso em: 24 dez. 2017. DOI:10.1016/j.proeng.2016.08.097.

GOMES, T. C. et al. Caracterização e espacialização dos depósitos tecnogênicos no bairro Camobi: subsídio ao planejamento urbano do município de Santa Maria – RS. **Revista Geonorte - Edição Especial.**, v. 2, n. 4, p. 276-288, 2012.

GORBOV, S. N. et al. Physical Properties of Soils in Rostov Agglomeration. **Eurasian Soil Science**, v. 49, n. 8, p. 898-907, Aug. 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1134/S106422931606003X>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1134/S106422931606003X

GREINERT, A. The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. **Journal of Soils and Sediments**, v. 15, n. 8, p. 1725-1737, Aug. 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-014-1054-6>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1007/s11368-014-1054-6.

GREINERT, A.; KOSTECKI, J. Influence of technogenic material deposits on the properties of urban Technosols. In: Abstract book SUITMA 9. “Urbanization: a challenge and an opportunity for soil functions and ecosystem services”, 2017, Moscow. **Abstract**. Moscow: p. 22-26, May 2017. Disponível em: <<http://www.suitma-russia.com/index.php/en/>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

GUMIERO, F. C. et al. Concentração de metais em solos de parques urbanos em São Paulo. 2. Parque Buenos Aires. In: 7 International Nuclear Atlantic Conference – INAC, 2007, Santos/SP. **Anais...** Santos/SP, 2007.

HAGAN, D. et al. Anthropogenic effects on the physical and chemical properties of subtropical coastal urban soils. **Soil Used and Management**. v. 28, n. 1, p. 78 – 88, Mar. 2012. DOI:10.1111/j.1475-2743.2011.00379.x.

HARTEMINK, A. E. The depiction of soil profiles since the late 1700s. **Catena**, v. 79, n. 2, p. 113-127. Nov. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181620900112X>>. Acesso em: 24 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.catena.2009.06.002.

HEIMANN, L. et al. Nutrients and pollutants in agricultural soils in the peri-urban region of Beijing: Status and recommendations. **Agriculture, ecosystems and Environment**, v. 209, p. 74-88, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880915001103>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.agee.2015.03.026.

HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. Academic Press. 1. ed. San Diego: 1998. 771 p.

HILLER, D. A. Properties of Urbic Anthrosols from an abandoned shunting yard in the Ruhr area, Germany. **Catena**, v. 39, n. 4, p. 245-2668. May 2000. DOI: 10.1016/S0341-8162(00)00081-3.

HOWARD, J. L. & ORLICKI, K. M. Composition, micromorphology and distribution of microartifacts in anthropogenic soils, Detroit, Michigan, USA. **Catena**, v. 138, p. 103-116. Mar. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181621530165X>>. Acesso em: 24 DEZ. 2017. DOI: 10.1016/j.catena.2015.11.016.

HULISZ, P. et al. Urban soil resources of medium-sized cities in Poland: a comparative case study of Toruń and Zielona Góra. **J Soils Sediments.**, v. 18, n. 2, p. 358–372, Feb. 2018 (no prelo). Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-016-1596-x>>. Acesso em: 23 jan. 2018. DOI: 10.1007/s11368-016-1596-x

HUNT, C. B. **Geology of soil** – Their evolution, classification and users. São Francisco: W H. Freeman: 1972. 344 p.

HUOT, H. et al. Early transformation and transfer processes in a Technosol developing on iron industry deposits. **European Journal of Soil Science**, v. 54, n. 4, p. 470-484, July 2013. DOI: 10.1111/ejss.12106.

HUOT, H. et al. Pedogenetic Trends in Soils formed in Technogenic Materials. **Soil Science**, 2015. DOI: DOI: 10.1097/SS.0000000000000135.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

IUSS WORKING GROUP WRB. **World reference base for soil resources 2014**, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In: World Soil Resources Reports N. 106. FAO, Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

JANGORZO, N. S.; WATTEAU, F.; SCHWARTZ, C. Evolution of the pore structure of constructed Technosols during early pedogenesis quantified by image analysis. **Geoderma**, v. 207–208, p.180-192, Aug. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706113001705>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1016/j.geoderma.2013.05.016.

JENNY, H. **Factors of soil formation - a system of quantitative pedology**. New York: Dover Publications, 1941. 281p.

JOIMEL, S. et al. Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. **Science of the Total Environment.**, v. 546, p. 40-47, Mar. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971531192X>>. Acesso em: 20 Dez., 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.12.035.

KAMPF, N.; CURI, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. In: KER et al (Ed.). **Pedologia; Fundamentos**. Viçosa, MG, SBCS, 2012. 343p.

KHAN, S. et al. Urban park soil contamination by potentially harmful elements health risk in Peshawar City, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 165, p. 102-110, June 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674216300668>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.03.007.

KRUPSKI, M. et al. Double-and triple-depth digging and Anthrosol formation in a medieval and modern-era city (Wrocław, SW Poland). Geoarchaeological research on past horticultural practices. **Catena**, v. 153, p. 9-20, June 2017. DOI: 10.1016/j.catena.2017.01.028. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816217300358>>. Acesso em 23 dez. 2017.

LADEIRA, F. S. B. A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros – terras indígenas e solos urbanos. **Entre-Lugar**, v. 3, n. 6, p. 127-139, 2012. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/2450/1401>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LAROCHE, B. et al. L’artificialisation des sols: pressions urbaines et inventaire des sols. **Étude et Gestion des Sols**, v. 3, n. 13, p. 223-235, out. 2006. Disponível em: <http://www.afes.fr/wpcontent/uploads/2017/10/EGS_13_3_laroche.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LASSO, P. R. O. et al. Avaliação do uso de resíduos de construção e demolição reciclados como corretivo da acidez do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 37, n. 6, p. 1659-1668, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832013000600022>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1590/S0100-06832013000600022.

LEFORT, C. et al. Determination of model substrates for the study of the pedogenesis of Technosols. Workshop on modelling of pedogenesis, 75-76.

LEHMANN, A. Technosols and other proposals on urban soils for the WRB (World Reference for Soil Resources). **International Agrophysics**, v. 20, n. 2, p. 129-134, 2006. Disponível em: <http://www.old.international-agrophysics.org/artykuly/international_agrophysics/IntAgr_2006_20_2_129.pdf> Acesso em: 20 dez. 2017.

LEHMANN, A. Evaluation and importance of soil functions in cities considering infiltration and climatic regulation. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Aug. 2010, Brisbane/Australia. **Anais...** Brisbane/Australia. Disponível em: <<http://iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/0563.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LEVIN, M. J. et al. (Ed). **Soil within Cities**. Catena Soil Science. Stuttgart: 2017. 253 p. ISBN 978-3-510-65411-6.

MACHADO, C. A. A Pesquisa de Depósitos Tecnogênicos no Brasil e no Mundo. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína (TO), v. 1, n. 2, p. 15-35, jan./jun. 2013. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/522>>. Acesso em: 21 dez. 2017. ISSN 2317-9430

MADRID, L.; DÍAZ-BARRIENTOS, E.; MADRID, F. Distributions of heavy metals contents of urban soils in parks of Seville. **Chemosphere**, v. 49, n. 10, p. 1301-1308, Dec. 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653502005301>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/S0045-6535(02)00530-1.

MADRID, L. et al. Variability in concentrations of potentially toxic elements in urban parks from six European cities. **J. Environ. Monit.**, v. 8, n. 11, p. 1158-1165, Sept. 2006. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17075623> >. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1039/B607980F.

MAMEDES, I. M. Influência da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos sobre o solo: Estudo de caso do lixão de Várzea Grande-MT. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 327-336, 2017. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3285>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MANTA, D. S. et al. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. **Sci Total Environ.**, v. 300, n. 1-3, p. 229-43, Dec. 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969702002735>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/S0048-9697(02)00273-5.

McBRATNEY, A. B.; MENDONÇA SANTOS, M. L.; MINASNY, B. On digital soil mapping. **Geoderma**, v. 117, n. 1-2, p. 3-52, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706103002234>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MIRANDOLA, F. A.; MACEDO, E. S. Proposta de classificação do tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamento. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 05, n. 1. p. 66-81, 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/34764>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.5380/abequa.v5i1.34764.

MOREL, J. L.; DE KIMPE, C. Urban and sub-urban soils: a new playground for soil scientists. In: World Congress of Soil Science, 1998, Montpellier. **Resumo**. Montpellier, 1998. Disponível em: <<http://natres.psu.ac.th/link/SoilCongress/bdd/symp28/8028-r.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MOREL, J. L. et al. **Urban soils**. In: Hillel D (Ed.) Encyclopedia of soils in the environment. Elsevier, Oxford. 2005; p. 202–208.

MOREL, J. L.; CHENU, C.; LORENZ, K. Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, military and mining areas (SUITMAs); **J Soils Sediments.**, v. 15, n.8, p. 1659-1666, June 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-014-0926-0>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

NEHLS, T. et al. Contribution of bricks to urban soil properties. **J Soils Sediments.**, v. 13, n. 3, p. 575-584, Mar. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-012-0559-0>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1007/s11368-012-0559-0.

NEZAT, C. A.; HATCH, S. A.; UECKER, T. Heavy metal content in urban residential and park soils: A case study in Spokane, Washington, USA. **Applied Geochemistry**, v. 78, p. 186-193, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292716306023>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2016.12.018.

OBOUR, P. B. et al. Subsoil compaction assessed by visual evaluation and laboratory methods. **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 4-14, Nov. 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198716301751>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.still.2016.08.015.

PAVAO-ZUCKERMAN, M.A. The Nature of Urban Soils and Their Role in Ecological Restoration in Cities. **Restoration Ecology.**, v, 16, n, 4, p. 642–649, December 2008.

PEDRON, F. A. et al. Solos urbanos. **Cienc. Rural.**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, set./out. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000500053&script=sci_abstract>. Acesso em: 21 dez. 2017.

PEDRON, F. A. **Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria – RS**. 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2005.

PEDRON, F. A. et al. Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano de terras no diagnóstico ambiental do município de Santa Maria – RS. **Cienc. Rural.**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 486-477, mar./abr. 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S010384782006000200017&nrm=iso&tlng=pt> . Acesso em: 09 jan. 2018. DOI: 10.1590/S0103-84782006000200017.

PEDRON, F. A. et al. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira de Agrociencia (UFPEL)**, Pelotas, v. 13, p. 147-151, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1354>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.18539/CAST.V13I2.1354

PEREIRA, A. C.; MORAIS, E. O.; RIBEIRO, S. A. Pedologia aplicada à construção civil no estado do Rio Grande do Norte. **HOLOS**, v. 2, out. 2004. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/34>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.15628/holos.2004.34.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, L.M. Altered resources, disturbance, and heterogeneity: A framework for comparing urban and non-urban soils. **Urban Ecosyst.** v, 12, p. 23-44, 2009. DOI: 10.1007/s11252-008-0047-x

POPKOV, S.; DEMENT'EVA, E. Soil properties effect on the development and distribution of urban vegetative cover of the forest zone. In: 17th World Congress of Soil Science, 2002, Bangkok. **Anais...** Bangkok, v.5, p. 1672, 2002. Disponível em: <http://www.iuss.org/index.php?article_id=27>. Acesso em: 24 dez. 2017.

POUYAT, R. et al. Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. **Environ. Pollut.**, v. 116, p. 107-118, Mar. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749101002639>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1016/S0269-7491(01)00263-9.

POUYAT, R. V. et al. **Chemical, physical and biological characteristics of urban soils.** In: AITKENHEAD-PETERSON, J.; VOLDER, A (Org.). Urban Ecosystem Ecology. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2010, cap. 6, p. 119-152. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/pdfs/agronomymonogra/urbanecosysteme/frontmatter>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

PUSKÁS, I.; FARSANG, A. Diagnostic indicators for characterizing urban soil of Szeged, Hungary. **Geoderma**, v. 148, p. 267-281, Nov. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedir>

ect.com/science/article/pii/S0016706108002863>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1016/j.geoderma.2007.01.001.

QUINONES, O. R. G. et al. Características de solos construídos após mineração de carvão relacionadas ao processo de construção e à composição do material utilizado. **Cienc. Rural.**, v. 38, n. 6, p. 1564-1571, set. 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000600012.

RABOT, E. et al. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. **Geoderma**, v. 314, p. 122-137, Mar. 2018 (no prelo). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117310273>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.11.009.

RACHWAŁ, M. et al. Application of magnetic susceptibility in assessment of heavy metal contamination of Saxonian soil (Germany) caused by industrial dust deposition. **Geoderma**, v. 295, p. 10-21, June 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117302094>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.02.007.

RANDRUP, T. B. Soil compaction on construction sites. **Journal of Arboriculture**. v. 23, n. 5, p. 207-210, Sept. 1997. Disponível em: <<http://joa.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=2776&Type=2>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

RIEUMONT, S. O. et al. Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. **Rev. Int. Contam. Ambie.**, v. 29, n. 4, p. 285-294, nov. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000400006>. Acesso em: 20 dez. 2017. ISSN 0188-999.

ROKIA, S. et al. Modelling agronomic properties of Technosols constructed with urban wastes. **Waste Manag.**, v. 34, n.11, p. 2155-2162, Nov. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13005837>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.12.016.

RUBIN, J. C. R. et al. Amostragem dos depósitos tecnogênicos associados ao rio meia ponte na área urbana de Goiânia-GO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 2, p. 3-14, 2008. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/final/normal/artigos/RBG_9.2/Art%2001%20-%20Amostragem%20-%209n2.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2017.

SAIANO, F.; SCALENGHE R. An anthropic soil transformation fingerprinted by REY patterns. **Journal of Archaeological Science**, v. 36, n. 11, p. 2502-2506, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440309002362>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI:10.1016/j.jas.2009.06.025.

SAMPAIO, E. P. M. **O solo e suas funções**. Universidade de Évora. 2011. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/4413/1/O%20solo%20e%20suas%20fun%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SAMUEL-ROSA, A.; DALMOLIN, R. S. D.; COPETTI, A. C. C. A poluição causada por aterros de resíduos sólidos urbanos sobre os recursos hídricos. **Ciência e Natura**, v. 34, p. 107-118, Oct. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9357>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.5902/2179460X9357.

SANTOS JUNIOR, J. B; LIMA, M. R. Caracterização e classificação de solos urbanos em Campina Grande do Sul, Estado do Paraná. **Ver. Cienc. Agrar.**, v. 55, n. 2, p. 98-104, jul. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/510>>. Acesso em: 20 dez. 2017. ISSN 2177-8760.

SANTOS, J. A. **Antropossolos e áreas de risco a escorregamentos**: estudo de caso na comunidade do Sítio Joanhina (Diadema) e Antigo Lixão do Alvarenga (São Bernardo do Campo) – Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). 2015. 115 p. Dissertação (Curso de Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

SANTOS, R. D. et al (Org). **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7.ed.rev.ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 102 p.

SCALENGHE, R.; MARSAN, F. A. The anthropogenic sealing of soils in urban areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 90, p. 1-10, Mar. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204608001710>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SCHARENBRUCH, B. C.; LLOYD, J. E.; JOHNSON-MAYNARD, J. L. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. **Pedobiologia**, v. 49, p. 283-296, Aug. 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031405605000077>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI:10.1016/j.pedobi.2004.12.002.

SCHLEUß, U.; WU, Q.; BLUME, H. Variability of soils in urban and periurban areas in Northern Germany. **Catena**, v. 33, p. 255-270, Nov. 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816298000708>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SCHUELER, T. The compaction of urban soils. Technical. **Watershed Protection Techniques**, v. 3, n. 2, p. 661-665, 2000. Disponível em: <<https://owl.cwp.org/?mdocs-file=4687>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SÉRÉ, G. et al. Early pedogenic evolution of constructed Technosols. **J Soils Sediments**, v. 10, p. 1246–1254, 2010. DOI 10.1007/s11368-010-0206-6

SHARMA, N. K. From natural to human-impacted ecosystems: rationale to investigate the impact of urbanization on cyanobacterial diversity in soils. **Biodivers Conserv.**, v. 24, n. 4, p. 1007-1015. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10531-015-0897-5.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.1007/s10531-015-0897-5

SILVA, L. T. **Vulnerabilidade ao escorregamento de terras estudo de caso: bacia do Rio Bengalas, 2011**. 2014. 286 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) - Instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE), São Jose Dos Campos, SP, 2014.

SILVA IMHOFF, A. P. S.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 35, n. 7, jul. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X200000700025>. Acesso em: 28 jan. 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2000000700025

SIMÓN, M. et al. Atypical morphology of technosols developed in quarry dumps restored with marble sludge: Implications for carbon sequestration. **Catena**, v. 160, p. 50-56, Jan. 2018 (no prelo). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816217302710>>. Acesso em: 26 jan. 2018. DOI: [dFoi.org/10.1016/j.catena.2017.08.018](https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.08.018).

SIMONSON, R. W. **Soil classification on the United States**. Science. 1962, v. 137, p. 1027-1034.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to Soil Taxonomy** – 12th ed. USDA – Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, 2014.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo.**, v. 15, p. 229-235, 1991.

STROGANOVA, M.; PROKOFIEVA, T. Urban soils classification for Russian cities of the taiga zone. In: MICHELI, E. et al. (Ed.). **Soil Classification 2001**. European Soil Bureau Research Report, n. 7, p. 153-156, 2002. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.156.4056&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

TEIXEIRA, R. C. **Antropossolos em Guarapari (es): a Geografia dos solos antrópicos**. 2015. 46 f. Monografia (curso de Geografia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013. Disponível em: <<http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2015/12/Rafael-Cardoso-Teixeira.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

VAN OUWERKERK, C.; KOOLEN, A. J. Pedotechnique: soil classification, soil mechanics and soil handling. In: Conf. Int. Soil Tillage Res, 1988, Escócia. **Anais...** Escócia: v. 2, p. 909-914, 1988. Disponível em: <http://iworx5.webxtra.net/~istroorg/download/ISTRO1988_Vol2.pdf>. Acesso em: 23 dez 2017.

VASENEV, V. I.; STOORVOGEL, J. J.; VASENEV, I. I. Urban soil organic carbon and its spatial heterogeneity in comparison with natural and agricultural areas in the Moscow region. **Catena**, v. 10, p. 96-102, Aug. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816213000386>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.catena.2013.02.009.

VIDAL-BEAUDET, L. et al. Aggregation and availability of phosphorus in a Technosol constructed from urban wastes. **J Soils Sediments.**, p. 1-11, June 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11368-016-1469-3.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.1007/s11368-016-1469-3.

VINCENT, Q. et al. Assessment of derelict soil quality: Abiotic, biotic and functional approaches. **Science of the Total Environment**, v. 613-614, n. 1, p. 990-1002, Feb. 2018 (no prelo). Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717324580>>. Acesso em 22 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.118

VOLUNGEVIČIUS, J.; SKORUPSKAS, R. Classification of anthropogenic soil transformation. **Geologija**, v. 53, n. 4, p. 165-177, 2011. Disponível em: <<http://www.lmaleid>

ykla.lt/ojs/index.php/geologija/article/view/1904>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.6001/geologija.v53i4.1904.

WATERLOT, C.; PELFRÊNE, A.; DOUAY, F. Determining the influence of the physicochemical parameters of urban soils on as availability using chemometric methods: A preliminary study. **J. Environ. Sci.**, v. 47, p. 183-192. Sept. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074216300225>>. Acesso em: 23 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.jes.2015.12.028

WILDE, S. A. Pioneers of soil Science – A British view. **Soil Science**: 1963, v. 97, n. 5, p. 258-359.

WISEMAN, C. L. S.; ZEREINI, F.; PÜTTMANN, W. Metal and metalloid accumulation in cultivated urban soils: A medium-term study of trends in Toronto, Canada. **Science of the Total Environment**, v. 538, p. 564-572, Dec. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715305878>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.08.085.

WONGA, S. C. et al. Heavy metals in agricultural soils of the Pearl River Delta, South China. **Environmental Pollution**, v. 119, n. 1, p. 33-44, Aug. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749101003256>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

YAALON, D. H.; YARON, B. Framework for man-made soil changes — an outline of metapedogenesis. **Soil Science**, v. 102, n.6, p. 272-277, Oct. 1966.

ZALASIEWICZ, J. et al. Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. **The Anthropocene Review**, v. 4, n. 1, p. 9-22, Nov. 2016. Disponível em: <<https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/31889/Zalasiewicz%20et%20al%202016%20Anthropocene%20Rev%20Technosphere.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 dez. 2017. DOI: 10.1177/2053019616677743.

ZANUZZI, A. et al. Amendments with organic and industrial wastes stimulate soil formation in mine tailings as revealed by micromorphology. **Geoderma**, v. 154, n. 1-2, p. 69-75, Dec. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706109003139>>. Acesso em: 20 dez. 2017. DOI: 10.1016/j.catena.2015.11.016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – EXEMPLO DE PROTOCOLO PREENCHIDO

DESCRIÇÃO DE SOLO URBANOS								
Data: 29/03/2017		Declividade:		Resistência a penetração				
Perfil Nº: 06		Relevo: suave ondulado		Profundidade	1°	2°	3°	
Descrito por: Pedron/Jéssica		Solo natural da área: Argissolo		10 cm	13	11	18	
Drenagem:				20 cm	29	32	30	
Localização: BR 287		Coordenadas: 229632.30 6710797.05 22J						
Condição do perfil de solo				Uso urbano da terra*				
Perfil de solo natural				Agricultura urbana				
Formado pela deposição de solo não originário do local				X	Construção urbana		X	
Formado pela deposição de solo e materiais antrópicos diversos				Descarte de resíduos				
Solo decapitado				Preservação permanente				
Solo decapitado com adição de solo não originário do local;				Expl. de recursos naturais				
Solo decapitado com adição de materiais antrópicos diversos				Área de deposição de solo				
Solo decapitado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos				* Detalhe				
Solo mobilizado								
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local								
Solo mobilizado com adição de materiais antrópicos diversos								
Solo mobilizado com adição de solo não originário do local e materiais antrópicos diversos								
Qualificadores morfológicos								
Subaqu	Artefático		Garbic		Linic		Saprolitizado	
Oscilaqua	Dênsico	X	Glei transportado		Pedregoso		Selado	
Antropotóxic	Drenado		Hístic		Resíduos		Não selado	X
Agroaqu	Ekranic		Híperartefático		Terric			
Archaic	Flúvico transportado		Irragric		Urbic			
Qualificadores Físico-químicos								
Ácrico	Eutríco	X	Arenoso	X	Muito argiloso			
Carbonático	Eutrófico	X	Franco	X	Laxic			
Distrófico	Sódico		Argiloso					

Quadro individual para cada camada							
Possibilidade de descrição e coleta? (X) Sim () Não							
Camada: 1		Profundidade: 0-10		Raiz (X) Sim () Não		Poros visíveis () Sim (X) Não	
Cor úmida: 5YR 4/4 () mosaico de cores		Número dos anéis: 85; 165; 168		Mosqueados () Sim (X) Não		Cor úmida: Quantidade () Pouco () Comum () Abundante	
Transição entre camadas Grau de Transição: (X) Abrupta () Clara () Gradual () Difusa							
Forma de transição (X) Plana () Ondulada () Irregular () Descontinua							
Textura							
Fração fina () Arenosa (X) Argilosa () Muito argilosa () Siltoza () Franco							
Fração Grosseira (X) Sim () Não tipo: (X) Cascalho () Calhau () Matacão							
Estrutura () Colunar (X) Blocos Angulares (X) Blocos Sub. Angulares () Granular () Maciça							
Consistência molhada							
() Não plástico () Ligeiramente Plástico (X) Plástica () Muito Plástica							
() Não pegajoso () Ligeiramente Pegajoso (X) Pegajoso () Muito pegajoso							
Material antrópico							
Material	%	Material	%	Material	%	Material	%
() Gesso		() Papel		(X) Vidro		(X) Plástico	
() Tecido		() Cerâmica		() Concreto		() Isopor	
() Tijolo		() Metal		() Madeira		() Asfalto	
* Outros:							
Observações: Pequenos fragmentos rochosos; solo escuro depositado							
Camada: 2		Profundidade: 10-150		Raiz (X) Sim () Não		Poros visíveis () Sim (X) Não	
Cor úmida: 2YR 4/6 () mosaico de cores		Número dos anéis:		Mosqueados () Sim (X) Não		Cor úmida: Quantidade () Pouco () Comum () Abundante	
Transição entre camadas Grau de Transição: (X) Abrupta () Clara () Gradual () Difusa							
Forma de transição (X) Plana () Ondulada () Irregular () Descontinua							
Textura							
Fração fina () Arenosa (X) Argilosa () Muito argilosa () Siltoza () Franco							
Fração Grosseira () Sim () Não tipo: () Cascalho () Calhau () Matacão							
Estrutura () Colunar () Blocos Angulares () Blocos Sub. Angulares () Granular (X) Maciça							
Consistência molhada							
() Não plástico () Ligeiramente Plástico (X) Plástica () Muito Plástica							
() Não pegajoso () Ligeiramente Pegajoso (X) Pegajoso () Muito pegajoso							
Material antrópico							
Material	%	Material	%	Material	%	Material	%
() Gesso		() Papel		(X) Vidro		(X) Plástico	
() Tecido		() Cerâmica		() Concreto		() Isopor	
() Tijolo		() Metal		() Madeira		() Asfalto	
* Outros:							
Observações: Presença de raízes finas em quantidades raras							

APÊNDICE B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

PERFIL: 01

Descrição de campo

Data: 17/03/17

Coordenadas: 231994.00; 6711668.00 22J

Localização: RS 509; próximo à transportadora São Pedro;

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Uso do solo e características gerais: perfil de solo não originário do local com material antrópico depositado em área de construção urbana (via pública);

Camada 01 0-10 cm, transição abrupta e clara.

Observações: asfalto depositado.

Camada 02 10-25 cm, cinzento-rosado (5YR 6/2, úmida); transição abrupta e clara.

Observações: aterro de estrada (brita de rocha vulcânica, quartzo, telha e carvão de diferentes tamanhos).

Camada 03 25-80 cm, cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); mosqueados abundante de tamanhos grandes e contraste com o fundo de modo proeminente; textura argilosa; estrutura maciça e laminar de tamanhos que variam de extremamente grande a grande com grau de desenvolvimento coerente; consistência dura, firme, plástica, pegajosa; transição abrupta.

Observações: fração grosseira arrestada; material antrópicos (tijolos e pedras).

Camada 04 80-120⁺; cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); mosqueados abundantes de tamanhos grandes e contraste com o fundo de modo proeminente; textura argilosa; estrutura maciça e laminar de tamanhos que variam de extremamente grande a grande com grau de desenvolvimento coerente; consistência dura, muito firme a firme, plástico, pegajosa.

Observações: com fração grosseira arrestada.

PERFIL: 01**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-10	-	-	-
2	10-25	950,36	49,64	2,01
3	25-80	493,60	506,40	1,43
4	80-120 ⁺	445,26	554,74	1,15

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)*		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	-	-	-	-	-	-
2	792	139	69	54	29	17
3	176	485	339	7	32	62
4	158	453	393	9	33	58

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							Mg/Kg ⁻¹		CTC pH 7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	7,6	6,3	0,87	0,14	0,16	0,16	1,33	0,05	2,35	0,30	1,41	3,52
3	5,3	3,9	2,17	0,31	0,18	0,23	2,89	1,65	22,65	0,21	0,35	25,31
4	5,5	3,8	2,33	0,32	0,18	0,26	3,10	2,1	32,85	0,33	0,39	35,68

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	-	-	-	-
2	62,22	37,78	0,45	0,77
3	88,59	11,41	1,66	2,85
4	91,22	8,78	1,49	2,56

PERFIL: 02**Descrição de campo**

Data: 17/03/17

Coordenadas: 231980.48; 6711670.44 22J

Localização: RS 509; próximo à transportadora São Pedro;

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Uso do solo e características gerais: perfil de solo não originário do local com material antrópico depositado em área de construção urbana (área verde);

Camada 01 0-27, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmida); textura argilosa; estrutura em blocos angulares, subangulares e granulares de tamanhos que variam de grandes a muito pequeno com grau de desenvolvimento fraco a moderado; consistência plástica e pegajosa; transição abrupta irregular.

Observações: presença de raízes; semelhante a um horizonte A (predomínio de solo escuro com brita, tijolo e pedra cujo volume aproximado é de 30%).

Camada 02 27-45: bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6 úmida); textura argilosa; estrutura maciça (solta?) de tamanhos que variam de grandes a muito pequeno com grau de desenvolvimento fraco a moderado; consistência plástica e pegajosa; transição abrupta irregular.

Observações: presença de raízes; mistura de saprolito, solo e pedras; artefatos antrópicos (volume aproximado de 20% de tijolo e 30% de plástico).

Camada 03 45-70; Vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmida); textura argilosa; estrutura maciça de tamanhos grandes a pequenos com grau de desenvolvimento fraco a moderado; consistência plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.

Observações: presença de raízes; material arenoso, rochas e tijolos com volume aproximado de 90%, formando uma “linha de pedras” de 25 cm.

Camada 04 70- 120⁺; Vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmida); textura argilosa; estrutura maciça e que desmancha em blocos angulares de tamanhos grandes a muito pequeno com grau de desenvolvimento forte; consistência plástica e pegajosa.

Observações: presença de raízes. Aterro com saprolito Alemoa misturado com lodo argiloso e pedra vulcânica (5 a 10 %).

PERFIL: 02**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-27	537,47	462,53	2,10
2	27-45	391,25	608,75	0,31
3	45-70	839,01	160,99	2,06
4	70-120 ⁺	692,88	307,12	8,39

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)*		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	342	445	212	15	38	47
2	641	86	274	4	26	70
3	657	231	112	21	35	44
4	199	715	85	5	30	65

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							Mg/Kg ⁻¹		CTC	pH 7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	6,84	-	-
2	6,6	5,5	1,46	0,19	0,23	0,17	2,05	0,4	1,75	0,12	0,53	3,63	-
3	5,0	5,4	3,93	0,46	0,22	0,19	4,79	0,3	3,75	2,40	1,16	8,36	-
4	5,8	5,6	1,00	0,13	0,12	0,18	1,44	0,35	1,85	0,09	0,29	3,1	-

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	-	-	1,55	2,67
2	43,53	56,47	1,66	2,86
3	42,71	57,29	0,73	1,26
4	53,55	46,45	0,45	0,77

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		(kgf/cm)
1	67,76	0,28	0,40	0,12	1,42	1,61	235,53

PERFIL: 03**Descrição de campo****Data:** 17/03/17**Coordenadas:** 232472.22; 6711813.79 22J**Descrito por:** Fabrício Pedron/Jéssica Costa;**Localização:** RS 509 – terreno baldio esquina com uma empresa de lonas;**Uso do solo e características gerais:** perfil de solo decapitado com adição de material antrópicos e solo não originário do local em área de construção urbana (área verde);**Camada 01** 0-40, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); textura argilosa; estrutura em blocos subangulares de tamanho médio; consistência plástica e pegajosa; transição abrupta irregular.

Observações: presença de raízes abundante; artefatos antrópicos (material depositado e solto com volume aproximado de 30-40% contendo vidro, plástico, alumínio, asfalto, concreto, além de fragmentos rochosos e saprolito, (não compactado com característica argilosa)).

Camada 02 40-75 (40-55), vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2 úmida); textura argilosa; estrutura em blocos angulares e subangulares de tamanhos que variam de grandes a pequenos com grau de desenvolvimento moderado; consistência plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Observações: presença de raízes; material escuro argiloso em profundida variada com volume aproximado de 4 % de fragmentos rochosos.

Camada 03 55- 80, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2 úmida); textura argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanho pequeno com grau de desenvolvimento moderado; consistência plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Observações: presença de raízes em quantidade comum; horizonte Bt de um Argissolo Bruno acinzentado (UM Santa Maria).

Camada 04 80-105 cm, cinzento-rosado (5YR 6/2 úmida); textura argilosa; estrutura maciça se desfaz em angulares; consistência plástica e pegajosa; transição gradual plana.

Observações: horizonte C.

Camada 05 105⁺, vermelho (2,5YR 5/6 úmida); textura argilosa; estrutura maciça; consistência plástica e pegajosa.

Observações: Saprolito (Membro Alemoa).

PERFIL: 04**Descrição de campo**

Data: 29/03/17

Coordenadas: 223372.45; 6711629.39 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Jéssica Costa;

Localização: BR 287 – corte de rodovia após o trevo da Nova Santa Marta;

Uso do solo e características gerais: perfil de solo não originário do local com material antrópico depositado em área de construção urbana (via pública);

Camada 01 0-5 cm,
Observações: asfalto e brita.

Camada 02 05-30 cm,
Observações: aterro de estrada com brita compactada (volume aproximado de 98% brita e 2% areia).

Camada 03 30-55 cm, vermelho-escuro (2,5 YR 3/6 úmida); textura franco argilosa; estrutura maciça de tamanho grande e grau de desenvolvimento forte; extremamente dura, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

Camada 04 55-90 cm, amarelo-avermelhado (2,5 YR 4/4 úmida); textura franco argilosa; estrutura maciça de tamanho grande e grau de desenvolvimento forte; extremamente dura, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
Observações: arenito compactado.

Camada 05 90-150⁺ cm, vermelho-escuro (2,5 YR 3/6 úmida); textura franco argilosa; estrutura maciça de tamanho grande e grau de desenvolvimento forte; extremamente dura, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.
Observações: arenito compactado.

PERFIL: 04**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-5	984,90	15,10	2,33
2	5-30	884,69	115,31	1,82
3	30-55	8,43	991,57	0,69
4	55-90	6,57	993,43	3,32
5	90-105+	18,46	981,54	6,29

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)*		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	612	142	245	15	54	32
4	565	161	274	14	50	36
5	601	161	239	24	48	28

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							Mg/Kg ⁻¹		CTC _{pH7}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	4,9	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4,7	3,5	0,60	0,08	0,12	0,18	0,97	0,05	1,85	-	-	2,65
3	4,9	3,9	0,32	0,04	0,09	0,15	0,60	1,15	22,6	0,10	0,14	23,05
4	4,4	3,9	0,07	0,07	0,09	0,16	0,39	0,85	16,75	0,17	0,26	16,98
5	4,6	3,9	0,06	0,05	0,10	0,15	0,36	0,9	22,4	0,19	0,23	22,61

Camada	Al	Valor V	C	MO
	%		Orgânico	%
1	-	-	-	-
2	63,4	36,60	0,37	0,64
3	97,4	2,60	0,10	0,17
4	97,72	2,28	0,54	0,92
5	98,41	1,59	0,24	0,42

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		
1	-	-	-	-	-	-	-

PERFIL: 05**Descrição de campo**

Data: 29/03/17

Coordenadas: 221885.00; 6713031.00 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Jéssica Costa;

Localização: Terreno cortado no Distrito Industrial;

Uso do solo e características gerais: Perfil sem modificações significativas em área de exploração de recursos naturais;

Camada 01 0-110 cm, amarelo-avermelhado (5YR 4/6 úmida); textura arenosa; estrutura maciça de tamanho muito grande e grau de desenvolvimento moderado; ligeiramente dura, friável, não plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta irregular.

Camada 02 110⁺ cm, bruno-avermelhado (5YR 5/4 úmida); textura arenosa; estrutura maciça de tamanho muito grande e grau de desenvolvimento moderado; ligeiramente dura, friável, não plástica, ligeiramente pegajosa.

PERFIL: 05**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-110	6,14	993,86	1,31
2	110+	29,28	970,72	1,41

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 - 0,05mm)	Silte (0,05 - 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	669	188	143	17	61	22
2	693	180	128	20	55	25

*Fração areia grossa (2 - 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							Mg/Kg ⁻¹		CTC pH 7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	3,1	4,1	0,04	0,04	0,07	0,15	0,29	0,55	26,9	0,03	0,10	27,05
2	3,2	4,1	0,01	0,03	0,07	0,15	0,26	0,3	14	0,02	0,15	14,11

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	89,28	10,72	0,14	0,24
2	81,58	18,42	0,43	0,75

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		(kgf/cm)
1	0,31	0,27	0,41	0,14	1,53	1,79	451,41

PERFIL: 06**Descrição de campo**

Data: 29/03/17

Coordenadas: 229632.30; 6710797.05 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Jéssica Costa;

Localização: BR 287 – corte esquina estrada para salão esmeralda;

Uso do solo e características gerais: Perfil de solo não originário do local em área de construção urbana (área verde);

Camada 01 0-10 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4 úmida); textura franco argilosa; estrutura em blocos subangulares de tamanhos que variam de grandes a pequenos com grau de desenvolvimento coerente; extremamente dura, extremamente firme; plástica, pegajosa; transição abrupta plana.

Observações: presença de raízes em quantidade rara; pequenos fragmentos rochosos; solo escuro depositado.

Camada 02 10-150 cm, vermelho-amarelado (2YR 4/6 úmida); textura argilosa; estrutura maciça de tamanho grande e grau de desenvolvimento coerente; extremamente dura, muito firme, plástica, pegajosa; transição abrupta plana.

Observações: presença de raízes finas em quantidades raras.

PERFIL: 06**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-10	346,63	653,37	5,05
2	10-150	886,96	113,04	9,50

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 - 0,05mm)	Silte (0,05 - 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	196	671	133	6	24	69
2	64	847	89	3	5	92

*Fração areia grossa (2 - 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							mg/Kg ⁻¹		CTC pH ⁷
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	7,0	6,4	1,69	0,07	0,29	0,19	2,23	0,15	1,8	0,12	3,39	3,85
2	8,5	7,1	3,97	0,36	0,28	0,25	4,85	0,13	1,8	0,05	0,37	6,41

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	42,08	57,92	2,27	3,91
2	24,34	75,66	0,12	0,21

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração (kgf/cm)
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		
1	17,5	0,32	0,41	0,09	1,52	1,74	414,40

PERFIL 07**Descrição de campo**

Data: 15/06/16

Coordenadas: 233704.81 6711983.88 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Localização: Aterro de aproximadamente 1,5 metro em campo nativo, próximo a pista de Kart à margem da rodovia RS-509;

Uso do solo e características gerais: Perfil com adição de material antrópicos e solo não originário do local em área depósito de resíduos (Depósito de resíduos orgânicos e/ou inorgânicos atóxicos);

Camada 01 0 – 40 cm (40-70), 5 YR 3/3 muito argilosa; estrutura maciça em blocos pequenos; duro, muito firme, plástica, não pegajosa; transição abrupta e ondulada.

Observações: material antrópico (brita, asfalto, fragmentos de basalto com tamanho aproximado de 20 cm – 40%); presença de saprolito.

Camada 02 40 – 75 (45-70)cm, 2,5 YR 2,5/1; muito argilosa; estrutura maciça em blocos pequenos; duro, muito firme, plástica, não pegajosa; transição abrupta e ondulada.

Observações: material antrópico (plástico, asfalto, madeira – 5%, concreto de 10 a 50cm, fragmentos de basalto com tamanho aproximado de 20 cm – 40%); presença de saprolito – 10%.

Camada 03 75 – 110cm⁺, 5YR 3/3; (10YR 5/8) muito argilosa; estrutura maciça em blocos pequenos; duro, muito firme, plástica, não pegajosa; transição abrupta e ondulada.

Observações: material antrópico (fragmentos de rocha, asfalto); presença de saprolito – 50%.

PERFIL: 07**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-40	541,07	458,93	2,08
2	40-75	140,01	859,99	1,77
3	75-110 ⁺	509,94	490,06	2,44

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	339	447	215	25	39	36
2	676	207	117	5	12	83
3	326	479	196	19	51	30

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							mg/Kg ⁻¹		CTC pH7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	5,6	4,0	0,84	0,63	0,26	0,49	2,22	0,25	22,85	0,27	0,58	24,58
2	4,9	3,7	0,30	0,25	0,24	0,46	1,25	1,85	49	0,30	0,74	49,79
3	5,3	3,9	0,75	0,46	0,24	0,48	1,93	1,65	22,75	0,31	0,59	24,2

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	-	-	0,69	1,19
2	90,97	9,03	1,78	3,07
3	97,49	2,51	1,95	3,37

PERFIL: 08**Descrição de campo****Data:** 05/04/17**Coordenadas:** 238007.77; 6709224.47 22J**Descrito por:** Luís dos Santos/Jéssica Costa;**Localização:** Aterro área experimental do Dept de Solos;**Uso do solo e características gerais:** Perfil com adição de material antrópicos e solo não originário do local em área de construção urbana (área verde);

Camada 01 0-43 cm, bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4 úmida); textura argilosa; estrutura em blocos angulares e subangulares de tamanhos que variam de grandes a muito pequenos com grau de desenvolvimento coerente; consistência dura, friável, plástica, pegajosa; transição abrupta plana.

Observações: petroplintita; presença de raízes em quantidade comum; bioporos (galeria de formigas); fração grosseira do tipo cascalho arrestado; artefatos antrópicos (vidro); aterro de saprolito + solo.

Camada 02 43-62cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/2 úmida); franco arenosa; estrutura em blocos angulares de tamanho médio a muito pequeno e grau de desenvolvimento moderado; consistência macia, friável, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana.

Observações: bioporos (galeria de formigas); horizonte A1.

Camada 03 62-95 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/2 úmida); franco arenosa; estrutura em blocos angulares de tamanho médio a pequenos com grau de desenvolvimento fraco; consistência macia, muito friável, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana.

Observações: raízes em quantidade comum; bioporos (poucas galerias de formigas); horizonte A2.

Camada 04 95-121 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanho grande a médio e grau de desenvolvimento moderado; transição clara e plana; textura franco argilosa; consistência maciça, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

Observações: raízes em pouca quantidade; bioporos (galeria de formigas); horizonte de transição BA.

Camada 05 121-150+ cm, bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares e blocos subangulares de tamanho grande a médio e grau de desenvolvimento moderado; transição clara e plana; textura franco argilosa; consistência macia; friável, ligeiramente plástica; ligeiramente pegajosa.

Observações: plintita; raízes em rara quantidade; horizonte Bt.

PERFIL: 08**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-43	170,28	829,72	0,87
2	43-62	0,33	999,67	1,67
3	62-95	13,12	986,88	1,34
4	95-121	25,76	974,24	0,81
5	121-150+	5,31	994,69	0,49

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	405	277	318	12	62	26
2	645	222	133	7	33	60
3	570	246	184	8	26	66
4	456	243	300	7	27	66
5	375	207	418	12	62	26

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							mg/Kg ⁻¹		CTC _{pH7}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	5,0	4,0	0,13	0,07	0,09	0,16	0,45	1,55	1,55	0,17	0,27	1,84
2	5,0	4,0	0,04	0,06	0,07	0,15	0,33	1,2	1,65	0,16	0,23	1,82
3	5,0	3,9	0,04	0,03	0,08	0,16	0,31	1,8	17,7	0,18	0,25	17,85
4	4,8	3,9	0,04	0,03	0,07	0,16	0,31	1,75	17,4	0,17	0,12	14,54
5	4,7	3,8	0,04	0,04	0,08	0,17	0,33	2,5	31,45	0,17	0,13	31,61

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	75,55	24,45	0,53	0,91
2	81,87	18,13	0,30	0,52
3	98,27	1,73	0,99	1,71
4	97,87	2,13	0,78	1,34
5	98,96	1,04	1,18	2,04

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração (kgf/cm)
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		
1	17,5	0,26	0,40	0,24	1,53	1,77	565,52

PERFIL: 09**Descrição de campo**

Data: 29/03/16

Coordenadas: 237081.00 6708780.00 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Localização: Estacionamento do Colégio Politécnico (UFSM);

Uso do solo e características gerais: Perfil de solo mobilizado com adição de material antrópicos e solo não originários local em área de silvicultura e/ou pastagem);

Camada 01 0 – 15 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmida); franco argilosa; estrutura laminar e maciça; firme; transição plana e abrupta.

Observações: artefatos antrópicos (brita, vidro, gesso, tijolo, plástico e cerâmica, carvão (lixo queimado), sedimentos argilosos).

Camada 02 15 – 40 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanho grande a pequeno e grau de desenvolvimento moderado; consistência friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Observações: bioporos (raros); horizonte A.

Camada 03 40 – 50cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares e subangulares de tamanho grandes a pequeno e grau de desenvolvimento moderado; friável; plástica, pegajosa; transição plana e gradual.

Observações: raízes de gramíneas em quantidade comum; horizonte AB.

Camada 04 50 – 62 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares com tamanho que varia de grandes a pequenos e grau de desenvolvimento moderado; consistência friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.

Observações: raízes de gramíneas em quantidade comum; horizonte BA.

Camada 05 62 – 80 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanho grande e grau de desenvolvimento moderado; consistência friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.

Observações: plintitas (até 3mm); raízes de gramíneas em quantidade rara; bioporos até 3 mm; horizonte B1.

Camada 06 80 – 105 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanhos que variam de grandes a pequena e grau de desenvolvimento moderado; consistência friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.

Observações: plintitas (até 3mm); raízes gramíneas raras; horizonte B2.

Camada 07 105 – 130+ cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2.5/4 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos angulares de tamanhos que variam de grandes a pequena e grau de desenvolvimento moderado; friável, plástica, pegajosa transição plana e gradual.

Observações: plintitas (até 1cm); raízes gramíneas raras; horizonte B3.

PERFIL: 09**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-15	494,95	505,05	0,67
2	15-40	21,64	978,36	2,37
3	40-50	0,68	999,32	1,33
4	50-62	0,62	999,38	1,21
5	62-80	0,75	999,25	0,85
6	80-105	2,66	997,34	0,77
7	105-130+	5,53	994,47	1,02

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	356	259	386	14	31	54
2	384	433	183	12	41	47
3	327	384	289	10	39	51
4	306	380	314	12	36	53
5	261	339	400	11	33	55
6	219	339	445	12	31	57
7	183	412	405	11	27	62

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹									CTC pH7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	6,3	6,5	1,95	0,13	0,63	0,49	3,19	0,5	40,2	0,74	21,83	42,91
2	6,3	6,2	1,37	0,12	0,48	0,46	2,43	0,2	50,6	0,15	2,04	52,57
3	5,0	4,3	0,75	0,16	0,36	0,45	1,73	1,55	1,05	0,17	0,32	2,32
4	4,3	4,0	0,42	0,18	0,31	0,45	1,36	2,05	1,85	0,17	0,29	2,76
5	4,4	3,9	0,34	0,13	0,24	0,42	1,12	2,1	10,25	0,12	0,24	10,96
6	4,4	4,0	0,24	0,12	0,22	0,45	1,03	2,1	31,75	0,08	0,19	32,33
7	4,2	3,9	0,09	0,10	0,23	0,45	0,87	2,2	41,5	0,07	0,19	41,92

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	92,57	7,43	2,31	3,98
2	95,38	4,62	2,25	3,89
3	25,44	74,56	2,20	3,79
4	50,73	49,27	2,00	3,44
5	89,79	10,21	1,72	2,97
6	96,82	3,18	1,12	1,93
7	97,93	2,07	0,97	1,67

PERFIL: 10**Descrição de campo**

Data: 19/04/16

Coordenadas: 237680.00 6709592.00 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Localização: Aterro próximo ao HUSM;

Uso do solo e características gerais: Perfil com adição de material antrópicos e solo não originário do local em área depósito de resíduos (Depósito de resíduos orgânicos e/ou inorgânicos atóxicos);

Camada 01 0 – 24 cm, bruno-escuro (7,5 YR 3/4 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência friável, firme, plástica, pegajosa; transição plana e abrupta.

Observações: plintitas; raízes de gramínea abundante; camadas extremamente compactada, argila, saprolito e seixos rolados de quartzo.

Camada 02 24 – 36 cm, cinzento-escuro (10 YR 4/1 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência friável, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

Observações: muitas raízes de gramíneas; camadas extremamente compactada, argila, saprolito e seixos rolados de quartzo.

Camada 03 36 – 64cm, preto (10 YR 2/1 úmida) e gray (10 YR 5/1 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência firme, plástico, pegajosa; transição plana e abrupta.

Observações: poucas raízes de gramíneas; argila (preta + cinza clara) hidromórfica misturada com saprolito do grupo Alemoa.

Camada 04 64 – 77 cm, bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência firme e muito firme, plástica e pegajosa; transição abrupta.

Observações: raras raízes de gramíneas; petroplintita; presença de fragmentos de tijolos, argila, britas de 1 a 10 cm.

Camada 05 77 – 90 cm, cinzento muito escuro (10 YR 3/1 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência friável, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Observações: raras raízes de gramíneas; presença de carvão, fragmentos de tijolos, argila hidromórfica, britas de 1 a 10 cm, saco plástico.

Camada 06 90 – 105 cm, bruno (7,5 YR 5/3 úmida); franco argilosa; estrutura maciça; consistência friável e firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição irregular e clara.

Observações: raízes ausentes; areião argilosa, presença de concreto, tijolos e seixos rolados.

Camada 07 105 – 130, bruno-avermelhado (2,5 YR 5/4); franco argilosa; estrutura maciça; consistência dura, muito firme a extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Observações: Saprolito (Grupo Alemoa).

PERFIL 10

Análises de laboratório

Análise granulométrica

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-24	62,40	937,60	1,53
2	24-36	23,33	976,67	0,42
3	36-64	143,57	856,43	2,04
4	64-77	291,91	708,09	1,78
5	77-90	114,58	885,42	1,55
6	90-105	49,35	950,65	0,74
7	105-130+	1,89	998,11	0,57

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	465	324	212	9	31	61
2	603	117	281	7	36	57
3	160	564	276	6	16	78
4	458	347	195	15	30	55
5	442	340	219	14	32	54
6	600	170	230	3	30	67
7	612	140	248	3	30	67

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							mg/Kg ⁻¹		CTC _{pH7}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	5,3	4,0	0,91	0,18	0,24	0,46	1,80	1,25	39,95	0,21	0,17	41,28
2	5,3	3,8	0,73	0,17	0,22	0,45	1,56	1,05	49,55	0,19	0,27	50,67
3	5,2	3,8	4,04	0,57	0,23	0,46	5,29	2,15	14,6	0,29	0,26	19,44
4	7,8	7,3	1,16	0,18	0,23	0,45	2,02	0,15	24,05	0,67	0,83	25,62
5	7,1	6,8	2,52	0,31	0,26	0,45	3,53	0,15	41,65	0,55	1,74	44,74
6	4,3	3,8	0,27	0,18	0,21	0,43	1,09	1,55	53,63	0,28	0,16	54,29
7	4,8	3,6	4,00	0,50	0,27	0,46	5,23	0,25	2,05	0,23	0,27	6,82

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	95,64	4,36	1,48	2,56
2	96,93	3,07	1,13	1,95
3	72,79	27,21	1,99	3,43
4	92,12	7,88	1,02	1,75
5	92,11	7,89	1,49	2,57
6	98	2	0,12	0,21
7	23,32	76,68	0,12	0,21

PERFIL: 11**Descrição de campo**

Data: 07/04/16

Coordenadas: 221952.10 6715430.83 22J

Descrito por Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Localização: Antigo lixão da Caturrita;

Uso do solo e características gerais: Perfil mobilizado com adição de material antrópicos em área de depósito de resíduos (depósito de resíduos orgânicos e/ou inorgânicos atóxicos);

Camada 01: 0-40, cinzento-escuro (10 YR 4/1 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos subangulares e granulares de tamanhos médios com grau de desenvolvimento moderado; textura argilosa; consistência friável, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual irregular.

Observações: atividade biológica intensa (formiga); material antropico (plástico, vidro e pouca quantidade); aterro com saprolito de argissolo.

Camada 02: 40-150, cinzento-escuro (10 YR 4/1 úmida); franco argilosa; estrutura em blocos subangulares e granulares de tamanhos médios e pequenos com grau de desenvolvimento moderado; textura argilosa; consistência friável, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

Observações: atividade biológica intensa (formiga, grilos, sapo); artefatos humanos (pedra, vidro, PCV, papel, alumínio laminado, cerâmica, tecido, borracha, madeira – 80%); predomínio de material plástico; aterro com saprolito de Argissolo (20%).

PERFIL 12**Descrição de campo**

Data: 15/06/16

Coordenadas: 235475.12 6711366.31 22J

Descrito por: Fabrício Pedron/Luís dos Santos/Jéssica Costa;

Localização: Jardim residencial no Parque Amaral, Camobi;

Uso do solo e características gerais: Perfil com adição de material antrópicos e solo não originário do local em área de construção urbana (comercial ou residencial);

Camada 01 0 – 20 cm, 2,5YR 3/1; argilosa; estrutura em blocos subangulares e granulares de tamanhos pequenos com grau de desenvolvimento fraco; consistência friável, firme, plástica, pegajosa; transição plana e abrupta.

Observações: raízes de gramínea abundante; bioporos (abundantes); artefatos antrópicos (brita, vidro, cimento – 3%).

Camada 02 20 – 40 cm, 2,5 YR 5/6; arenosa; estrutura em grãos simples; consistência solta, solta, não plástica, não pegajosa; transição plana e abrupta.

Observações: artefatos antrópicos (cimento – 3%); arenito aterrado.

Camada 03 40 – 80cm⁺, 2,5 YR 4/1; franco argilosa; estrutura em blocos subangulares e granulares de tamanhos pequenos com grau de desenvolvimento coerente; consistência ligeiramente dura, firme, plástico, pegajosa; transição.

Observações: artefatos antrópicos (ferro, madeira, plástico, tijolo, cerâmica, vidro, plástico, tijolo, linha, concreto, arame e fragmentos de rocha – 5%).

PERFIL: 12**Análises de laboratório****Análise granulométrica**

Camadas		Fração da amostra total g Kg ⁻¹		Relação Silte - Argila
Número	Profundidade (cm)	Calhaus + cascalho (>2mm)	Terra fina (<2mm)	
1	0-20	8,99	991,01	1,46
2	20-40	9,49	990,51	1,27
3	40-80+	36,09	963,91	1,56

Camada	Composição granulométrica da terra fina g Kg ⁻¹ (Dispersão com NaOH)			Fracionamento da fração areia (%)		
	Areia (2 – 0,05mm)	Silte (0,05 – 0,002mm)	Argila (<0,002mm)	Grossa	Média	Fina
1	398	357	245	9	22	69
2	300	392	308	0	62	37
3	382	377	241	4	17	79

*Fração areia grossa (2 – 0,500mm); Fração areia média (<0,500 - >0,250); Fração areia fina (0,250-0,05mm)

Análise química

Camada	pH H ₂ O	pH KCl	cmol _c Kg ⁻¹							mg/Kg ⁻¹		CTC pH7
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H+Al	Cu	Zn	
1	5,5	4,3	0,26	0,24	0,24	0,42	1,16	0,6	6,45	0,17	0,62	7,19
2	7,6	6,5	0,17	0,10	0,20	0,41	0,88	0,1	0,75	0,03	0,12	1,22
3	6,3	5,2	0,44	0,22	0,24	0,44	1,34	0,4	51,2	0,31	0,70	52,1

Camada	Al	Valor V	C Orgânico	MO
	%		%	%
1	83,87	16,13	2,21	3,81
2	27,87	72,13	0,36	0,62
3	97,43	2,57	1,89	3,25

Análise física

Camada	Condutividade hidráulica	Porosidade			Densidade		Resistência a penetração
		Macro	Micro	PT	Ds	Dp	
	cm/h	m ³ m ⁻³			Kg.dm ⁻³		
1	13,34	0,30		0,18	1,48	1,74	550,02